

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra Elektroenergetiky

**Osvětlení venkovních rozvodů v souvislosti  
s požadavky na kamerové osvětlení a rušivé světlo**

Outdoor power stations lighting in connection with the requirements  
for cameras illuminances and light pollution

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Wolny**

Studijní program: **N2649 Elektrotechnika**

Studijní obor: **3907T001 Elektroenergetika**

Téma: **Osvětlení venkovních rozvodů v souvislosti s požadavky na kamerové osvětlení a rušivé světlo**  
**Outdoor power stations lighting in connection with the requirements for cameras illuminances and light pollution**

### Zásady pro vypracování:

1. Normativní požadavky na osvětlování venkovních rozvodů
2. Stanovení environmentálních zón z pohledu rušivého světla
3. Rozbor technických parametrů bezpečnostních kamer
4. Světelně-technické výpočty ve venkovních rozvodnách
  - Hlídací osvětlení (horizontální i kamerové osvětlenosti)
  - Osvětlení komunikací (vnitřní komunikace a vjezdová brána)
  - Provozní osvětlení – rozvodna
  - Provozní osvětlení – transformátory
  - Celkové osvětlení elektrické stanice
  - Stanovení světelného toku jdoucího do horního poloprostoru
5. Vyhodnocení měření reálné rozvodny
6. Doporučení pro umístění svítidel a kamer ve venkovních rozvodnách

### Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Sokanský, K.: Světelná technika, ČVUT, Praha, 2011
- [2] Plch, J.: Světelná technika v praxi. IN-EL spol. s.r.o., Praha 1999,
- [3] Habel, J.: Světelná technika a osvětlování. FCC Public, Praha 1995,
- [4] Sborníky z Kurzů osvětlovací techniky, VŠB-TU Ostrava
- [5] Manuály k výpočetním programům (Relux, WILS, WDLS)

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

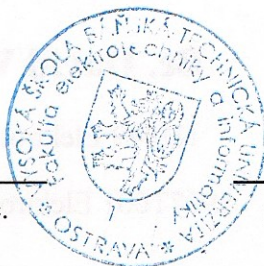
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Novák, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2012

Datum odevzdání: 07.05.2013

---

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



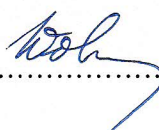
---

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení Studenta:**

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne ..... 4.5. 2013 .....

Podpis .....  .....

## **Poděkování:**

Rád bych chtěl poděkovat Ing. Tomáši Novákovi, Ph.D. a prof. Ing. Karlu Sokanskému, CSc. za odborné vedení, připomínky a cenné rady při realizaci diplomové práce.

## **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá problematikou osvětlování venkovních pracovních prostorů elektrických stanic přenosové soustavy v souvislosti s požadavky na kamerové osvětlení a rušivé světlo. První část této práce je věnována normativním požadavkům na osvětlování venkovních rozvodů shrnutých v technické normě ČEPS, a.s. s názvem Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS. Druhá kapitola popisuje problematiku zařídování objektů do environmentálních zón z pohledu rušivého světla. Návrhy zařídování všech venkovních rozvodů 420 kV na území České Republiky do environmentálních zón jsou uvedeny v příloze. Poslední teoretická část obsahuje rozdělení, základní parametry a doplňkové funkce bezpečnostních kamer vhodné především pro venkovní rozvodny. V praktické části diplomové práce jsou stanoveny světelně-technické výpočty TR Horní Životice s vyhodnocením měření této stanice a následným doporučením pro umístění svítidel a kamer ve venkovních rozvodnách.

## **Klíčová slova:**

Rozvodna, osvětlení, světelný tok, rušivé světlo, environmentální zóny, bezpečnostní kamery

## **Abstract:**

Thesis deals with lighting for outdoor power stations workspaces in relation to the requirements for cameras illuminances and light pollution. Theoretically, the first chapter of the work is dedicated to normative requirements for substation outdoor lightning, as summarized technical standard ČEPS with title Outdoor illumination in power stations. Second chapter describes the issue of classification of objects into environmental areas, in terms of obtrusive light. Proposals of classification into environmental areas of all 420 kV substations, located in the Czech Republic, are listed in document attached. In addition, work includes basic parameters, supplementary functions and classification of cameras that are particularly suitable for outdoor substations. Practically, work provides luminary and technical calculations of TR Horní Životice with measurement evaluation of this substation, implying recommendations for placement lamps and cameras in outdoor substations.

## **Key word:**

Substation, illumination, luminous flux, obtrusive light, environmental zones, security cameras

# Obsah:

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVNÍ POŽADAVKY NA OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH ROZVODEN.....</b>	<b>2</b>
2.1	ZÁKLADNÍ POJMY OBSAŽENÉ V NORMÁCH .....	3
2.2	NORMA ČSN EN 12464 - 2 - OSVĚTLENÍ VENKOVNÍCH PRACOVNÍCH PROSTORŮ .....	4
2.2.1	<i>Normativní hodnoty světelně-technických veličin.....</i>	<i>4</i>
2.3	KRITÉRIA PRO NAVRHOVÁNÍ OSVĚTLENÍ PODLE ČSN EN 12464 - 2 .....	7
2.3.1	<i>Rozložení jasu.....</i>	<i>7</i>
2.3.2	<i>Osvětlenost .....</i>	<i>7</i>
2.3.3	<i>Rušivé světlo.....</i>	<i>8</i>
2.3.4	<i>Směřované osvětlení .....</i>	<i>11</i>
2.3.5	<i>Hlediska barev.....</i>	<i>13</i>
2.4	SVĚTELNÉ ZDROJE SVÍTIDEL VE VENKOVNÍCH ROZVODNÁCH .....	14
2.4.1	<i>Parametry světelných zdrojů .....</i>	<i>14</i>
2.4.2	<i>Výbojové světelné zdroje.....</i>	<i>15</i>
2.4.3	<i>Teplotní zdroje.....</i>	<i>17</i>
2.4.4	<i>Světelné diody.....</i>	<i>18</i>
2.5	TEORIE OSVĚTLOVÁNÍ ROZVODEN .....	18
2.5.1	<i>Provozní osvětlení.....</i>	<i>19</i>
2.5.2	<i>Osvětlení komunikací.....</i>	<i>23</i>
2.5.3	<i>Hlídací osvětlení (kamerové osvětlení) .....</i>	<i>26</i>
<b>3</b>	<b>STANOVENÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH ZÓN Z POHLEDU RUŠIVÉHO SVĚTLA.....</b>	<b>27</b>
3.1	ZATŘÍDĚNÍ VENKOVNÍCH ROZVODEN 420 kV DO JEDNOTLIVÝCH ZÓN E1 – E4 .....	29
3.1.1	<i>Seznam venkovních rozvoden 420 kV v ČR:.....</i>	<i>30</i>
3.1.2	<i>Kritéria zařídování rozvoden.....</i>	<i>31</i>
3.1.3	<i>Zatřídění venkovních rozvoden (návrh) .....</i>	<i>33</i>



<b>4</b>	<b>ROZBOR TECHNICKÝCH PARAMETRŮ BEZPEČNOSTNÍCH KAMER.....</b>	<b>37</b>
4.1	CCTV KAMEROVÉ SYSTÉMY V PRŮMYSLU A PŘI ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ.....	37
4.2	ROZDĚLENÍ A DRUHY BEZPEČNOSTNÍCH KAMER.....	39
4.2.1	<i>Rozdělení kamer z hlediska typu snímání obrazu .....</i>	<i>39</i>
4.2.2	<i>Rozdělení kamer podle zpracování obrazu .....</i>	<i>39</i>
4.2.3	<i>Rozdělení kamer podle konstrukčního provedení .....</i>	<i>41</i>
4.3	ZÁKLADNÍ PARAMETRY BEZPEČNOSTNÍCH KAMER.....	44
4.4	DOPLŇKOVÉ FUNKCE ANALOGOVÝCH KAMER.....	47
4.5	BEZPEČNOSTNÍ KAMEROVÉ SYSTÉMY V ROZVODNÁCH.....	51
4.5.1	<i>Kamera Pelco Spectra IV instalovaná ve venkovních rozvodech.....</i>	<i>52</i>
<b>5</b>	<b>SVĚTELNĚ-TECHNICKÉ VÝPOČTY VE VENKOVNÍCH ROZVODNÁCH.....</b>	<b>54</b>
5.1	NÁVRH OSVĚTLENÍ ROZVODNY .....	54
5.1.1	<i>Hlídací osvětlení.....</i>	<i>55</i>
5.1.2	<i>Osvětlení příjezdové komunikace .....</i>	<i>55</i>
5.1.3	<i>Provozní osvětlení R 420 kV a osvětlení vnitřních komunikací.....</i>	<i>56</i>
5.1.4	<i>Provozní osvětlení transformátorů .....</i>	<i>57</i>
5.1.5	<i>Osvětlení komunikace u transformátorů .....</i>	<i>58</i>
5.1.6	<i>Celkové osvětlení elektrické stanice a stanovení ULR.....</i>	<i>59</i>
5.2	VÝPOČET ČINITELE OSLNĚNÍ GR – JASOVÁ ANALÝZA .....	59
5.2.1	<i>Výpočet přímého oslnění GR pouze z jasové analýzy .....</i>	<i>60</i>
5.2.2	<i>Výpočet přímého oslnění GR z jasové analýzy a měření.....</i>	<i>61</i>
<b>6</b>	<b>VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ REÁLNÉ ROZVODNY .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>DORUČENÍ PRO UMÍSTĚOVÁNÍ SVÍTIDEL A KAMER VE VENKOVNÍCH ROZVODNÁCH.....</b>	<b>66</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>68</b>

## Seznam použitých zkratk a symbolů:

$\Phi$	[lm]	světelný tok
$\Phi_{\alpha}$	[lm]	pohlčený světelný tok
$\Phi_{\rho}$	[lm]	odražený světelný tok
$\Phi_{\tau}$	[lm]	propuštěný světelný tok
$\lambda$	[nm]	vlnová délka
$\eta_v$	[lm·W <sup>-1</sup> ]	měrný světelný výkon
$\varphi$	[°]	úhel svírající vodorovnou rovinu a směr světla ze svítidel
$\theta$	[°]	úhel svírající směr pohledu a směr světla dopadajícího ze svítidel
$\omega$	[sr]	prostorový úhel
$E$	[lx]	osvětlenost (intenzita osvětlení)
$E_H$	[lx]	horizontální osvětlenost
$E_V$	[lx]	vertikální osvětlenost
$E_{oka}$	[lx]	osvětlenost v místě oka pozorovatele
$\bar{E}_m$	[lx]	udržovaná osvětlenost
$I$	[cd]	svítivost
$K$	[-]	kontrast jasu
$L$	[cd·m <sup>-2</sup> ]	jas
$L_a$	[cd·m <sup>-2</sup> ]	jas kritického detailu
$L_b$	[cd·m <sup>-2</sup> ]	jas bezprostředního okolí
$L_v$	[cd·m <sup>-2</sup> ]	závojevý jas způsobený osvětlovací soustavou
$L_{vE}$	[cd·m <sup>-2</sup> ]	ekvivalentní jas pozadí
$P$	[W]	elektrický příkon
$R_a$	[-]	index podání barev
$T$	[hod]	doba života světelného zdroje
$T_c$	[K]	teplota chromatičnosti
$U_0$	[-]	rovnoměrnost osvětlení
AV		akademie věd
AGC		funkce řízení citlivosti
atd.		a tak dále
BLC		kompensace protisvětla
CCD		snímací čip
CIE		Mezinárodní komise pro osvětlování
CMOS		snímací čip
CCTV		uzavřený televizní okruh
č.		číslo
ČEPS		česká energetická přenosová soustava
ČR		Česká Republika
ČSN		česká státní norma

DIS	digitální stabilizace obrazu
DNR	funkce řízení citlivosti
DVR	digitální záznamové zařízení
E	environmentální zóna (zóna životního prostředí)
EN	evropská norma
EPS	elektronická požární signalizace
ESC	elektronická závěrka
EZS	elektronický zabezpečovací systém
GSM	globální systém mobilní komunikace
HIT	vysokotlaká sodíková výbojka
HST	vysokotlaká halogenidová výbojka
IK	stupeň mechanické odolnosti
IP	krytí světelně činné části
IP	Internet Protocol
IR	infračervený
LED	světelná dioda
$\log_{10}$	logaritmus při základu 10
např.	například
NPP	národní přírodní památka
NPR	národní přírodní rezervace
NVR	síťové záznamové zařízení
Obr.	obrázek
PAL	norma grafického rozlišení
PIR	pasivní infračervené čidlo
PR	přírodní rezervace
PS	přenosová soustava
PTZ	Pan Tilt Zoom (panoramatická kamera)
Pozn.	poznámka
Sb.	sbírka
SPZ	státní poznávací značka
Tab.	tabulka
TN	technická norma
TR	transformovna
TSFO	technický systém fyzické ochrany
TV	televizní
tzn.	to znamená
VMD	detekce pohybu
VO	veřejné osvětlení
VPN	virtuální soukromá síť
WDR	široký dynamický rozsah

# 1 Úvod

Světlo, jakož to jeden z nejdůležitějších faktorů zdravého životního prostředí, do značné míry ovlivňuje psychiku, nervový systém a duševní pohodu člověka. Světlo má rovněž značný podíl na bezpečnosti a efektivitě práce na pracovištích. Požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostorů popisuje technická norma ČSN EN 12464 – 2 pro různá prostranství a činnosti v nich vykonávané. Tato norma rovněž uvádí doporučení pro osvětlení z hlediska bezpečnosti, kritéria pro navrhování osvětlení s parametry určujícími světelné prostředí nebo požadavky na omezení výskytu rušivého světla.

Osvětlování elektrických stanic přenosové soustavy, které slouží k transformaci elektrické energie na určitou hladinu napětí a zároveň pro rozdělení elektrické energie do jednotlivých větví, není z důvodu jejich velké prostorové rozlohy vůbec jednoduché. Důležitá místa se nacházejí prakticky v celém prostoru areálu rozvodny. Zvláštní pozornost je potřeba věnovat osvětlení pohybujících se částí jako jsou např. odpojovače, nebo místům s možným výskytem poruch (vypínače) a především transformátorům, na kterých se nacházejí různá značení, zobrazovací jednotky nebo kontrolní místa stavu při případné poruše. Požadavky na venkovní osvětlení v elektrických stanicích přenosové soustavy (PS) shrnuje norma ČEPS, a.s. TN/59/2010.

Jedním z prvotních úkolů pro návrh osvětlení venkovních rozveden, je zařazení těchto objektů do environmentálních zón podle technické normy ČSN EN 12464 -2. Zařazení se provádí za účelem omezení výskytu rušivého světla z hlediska vlivů na životní prostředí. Klasifikace objektů, konkrétně rozveden, do environmentálních zón se realizuje podle vzdáleností chráněných území, hvězdáren či observatoří a podle vzdálenosti a druhu přilehlé zástavby. Teprve stanovením environmentální zóny se určí maximální přípustný podíl světelného toku vyzářeného svítidly osvětlovací soustavy stanice přímo do horního poloprostoru (ULR). Projektant pak může podle tohoto kritéria navrhnout soustavu osvětlení venkovní rozvodny.

Současným trendem pro zvyšování bezpečnosti v pracovních prostorech je monitoring bezpečnostním kamerovým systémem, od čehož se odvíjí prudký vývoj kamerové techniky v současné době. Nejinak tomu je u venkovních rozveden. Kamery zajišťují celkový přehled o dění ve dne i v noci a spolu s kvalitně navrženou osvětlovací soustavou mohou významně přispívat ke zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti venkovních rozveden. Nedílnou součástí bezpečnostního kamerového systému je již nastíněný správný návrh kamerového osvětlení, který vyžaduje v první řadě soulad mezi umístěním a nasměrováním kamer i svítidel. Zejména u dálkově ovládaných rozveden je kladen důraz na zajištění kamerového osvětlení na důležitých místech stanice v nočních hodinách.

## 2 Normativní požadavky na osvětlování venkovních rozvoden



*Obr. 1 Snímek rozvodny Nošovice*

Metodika osvětlování venkovních rozvoden vychází ze dvou evropských norem pro osvětlení:

- venkovních pracovních prostorů,
- komunikačních prostorů.

**Osvětlení venkovních pracovních prostorů** je popsáno normou **ČSN EN 12464 – 2**, jejíž druhá část je zaměřena pouze na venkovní osvětlování. **Osvětlení pozemních komunikací** definuje norma **ČSN EN 13201** skládající se ze čtyř částí **1 - 4**. Jelikož norma ČSN EN 12464 – 2 obsahuje potřebné požadavky na osvětlení komunikací v pracovních prostorech, není v této práci norma ČSN EN 13201 dále uváděna. Pravidla a požadavky na osvětlení venkovních rozvoden jsou pak shrnuty v technické normě ČEPS, a.s. **TN/59/2010** s názvem **Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS**.

## 2.1 Základní pojmy obsažené v normách

### Index podání barev $R_a$ [-]

- věrohodnost podání barev světelným tokem zdroje.

### Podíl horního světla ULR [%]

- podíl světelného toku svítidla vyzařovaného nad vodorovnou rovinu jeho polohy a umístění.

### Rovnoměrnost osvětlení $U_0$ [-]

- poměr minimální a průměrné intenzity osvětlení povrchu plochy.

### Udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]

- minimální hodnota průměrné osvětlenosti dané roviny, pod kterou nesmí klesnout, vynásobená udržovacím činitelem.

### Činitel oslnění $GR_L$ [-]

- největší přípustná hodnota činitele oslnění (hranice oslnění).

### Jas $L$ [ $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

- vjem světlosti svítícího povrchu, nebo povrchu tělesa který je osvětlen.

### Osvětlenost $E$ [lx]

- udává, do jaké míry je určitá plocha osvětlována (kolik světelného toku dopadá na plochu  $1 \text{ m}^2$ ).

### Svítivost $I$ [cd]

- světelný tok vyzařený světelným zdrojem nebo svítidlem v určitém směru do prostorového úhlu  $\omega$ .

### Místo zrakového úkolu

- určité místo na pracovišti, na němž se nachází zrakový úkol. Pro prostory, u nichž velikost nebo poloha místa zrakového úkolu nejsou známy, je nutné za místo zrakového úkolu považovat prostor, v němž se úkol může objevit. [1]

## 2.2 Norma ČSN EN 12464 - 2 - Osvětlení venkovních pracovních prostorů

S ubývajícím slunečním svitem (převážně tedy v nočních hodinách) musí být lidem na pracovištích poskytnuto vhodné osvětlení tak, aby mohli účinně a přesně vykonávat zrakové úkoly.

Norma ČSN EN 12464 – 2 stanovuje požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostorů z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu. Rovněž specifikuje požadavky na intenzitu a kvalitu osvětlení venkovních osvětlovacích soustav nejen pro pracovní, ale i pro přilehlé prostory.

Tato norma obsahuje definice, kritéria pro navrhování venkovního osvětlení, základní parametry určující světelné prostředí, požadavky na omezení rušivého světla a světelně-technické požadavky na bezpečnost a ochranu.

### 2.2.1 Normativní hodnoty světelně-technických veličin

Normativní hodnoty veličin světelně-technických požadavků na osvětlení **provozu rozveden** a jejich **komunikací** jsou obsaženy v tabulkách Tab.1 a Tab.2.

Tab. 1 Komunikační prostory ve venkovních pracovních prostorech [1]

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
<i>Cesty vyhrazené pro pěší</i>	5	0,25	50	20	
<i>Prostranství pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/h), např. jízdní kola, nákladní auta a rypadla</i>	10	0,40	50	20	
Stálý provoz vozidel (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20	V loděnicích a v docích může být $GR_L = 50$
Cesty pro pěší, otáčení vozidel, místa pro nakládání a vykládku	50	0,40	50	20	

$\bar{E}_m$	udržovaná osvětlenost
$U_0$	rovnoměrnost osvětlení
$GR_L$	maximální hodnota oslnění
$R_a$	index podání barev

Tab. 2 Provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách [1]

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [–]	$GR_L$ [–]	$R_a$ [–]	Poznámky
Pěší provoz v elektricky bezpečných prostorech	5	0,25	50	20	
Manipulace se servisním nářadím, zaúhlování	20	0,25	55	20	
<b>Celková kontrola</b>	<b>50</b>	<b>0,40</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	
Celkové servisní práce a odečty přístrojů	100	0,40	45	40	
Větrací kanály – obsluha a údržba	100	0,40	45	40	
<b>Opravy elektrických zařízení</b>	<b>200</b>	<b>0,50</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>Použij místní osvětlení</b>

Standardně vykonávaná činnost v rozvodnách a na transformátorech je specifikována jako **Celková kontrola**. Nestandardní situace, kterými jsou náhlé a nutné opravy na elektrických zařízeních v rozvodně nebo na transformátoru jsou zatříděny v této tabulce do kategorie **Opravy elektrických zařízení**, kde se počítá s využitím přenosného osvětlení k přisvětlení potřebných míst.

Požadavky na osvětlení pracovních prostorů z hlediska **bezpečnosti a ochrany** zdraví se dělí do čtyř skupin podle stupně rizika na pracovištích. Rozvodnám je přiřazena poslední skupina s hrozbou **velkého rizika** nebezpečí. Základní parametry na osvětlení pracovních prostorů s velkým rizikem jsou uvedeny v Tab.3

Tab. 3 Světelně-technické požadavky na bezpečnost, ochranu a zabezpečení proti cizím osobám [1]

Stupeň rizika	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [–]	$GR_L$ [–]	$R_a$ [–]	Poznámky
<b>Velké riziko</b> , například: <ul style="list-style-type: none"> <li>– sklady součástí forem, řeziva a oceli, stavební základové jámy a pracovní prostory na stranách jámy na staveništích,</li> <li>– prostory s nebezpečím požáru, otravy, radiace v přístavech, průmyslových dvorech a skladištích;</li> <li>– sklady olejů a paliv, chladicí věže, kompresorovny u kotlů, prostory čerpadel, ventilů a výfukových potrubí, provozní plošiny, pravidelně užívaná schodiště, křížení dopravníků, rozvodny v petrochemickém i jiném rizikovém průmyslu,</li> <li>– <b>rozvodny v elektrárnách</b>,</li> <li>– křížení dopravníků, prostory nebezpečím požáru na pilách.</li> </ul>	<b>50</b>	<b>0,40</b>	<b>45</b>	<b>20</b>	Na staveništích a na pilách může být $GR_L = 50$ .



Omezení **rušivého světla** způsobeného venkovními osvětlovacími soustavami stanovuje Tab.4 obsahující maximální hodnoty světelného toku jdoucího do horního poloprostoru, osvětleností okolních nemovitostí, svítivosti svítidel v navrhovaných směrech a průměrného jasů fasád budov nebo reklamních zařízení pro environmentální zóny E1 - E4.

Tab. 4 Limity rušivého světla [4]

LIMITY RUŠIVÉHO SVĚTLA (SVĚTELNÉHO ZNEČIŠTĚNÍ)							
Zóna	Podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru <b>ULR</b> [%]	Maximální svislá osvětlenost okolních nemovitostí (především v rovině oken obytných budov, součet od všech osvětlovacích soustav) <b>E<sub>v</sub></b> [lx]		Maximální svítivost svítidel v navrhovaných směrech <b>I</b> [cd]		Průměrný jas <b>L</b> [cd.m <sup>-2</sup> ]	
						fasád budov	informačních a reklamních zařízení
		před policejní hodinou	po policejní hodině	před policejní hodinou	po policejní hodině	před policejní hodinou i po ní (průměrná hodnota)	
E1	≤ 0	≤ 2	0	≤ 2500	0	0	≤ 50
E2	≤ 5	≤ 5	≤ 1	≤ 7500	≤ 500	≤ 5	≤ 400
E3	≤ 15	≤ 10	≤ 5	≤ 10000	≤ 1000	≤ 10	≤ 800
E4	≤ 25	≤ 25	≤ 10	≤ 25000	≤ 2500	≤ 25	≤ 1000
<b>E1 - E4</b> environmentální zóny							
Pozn.: Pojem „policejní hodina“ není v ČR zaveden. Můžeme jej chápat jako začátek období nočního klidu (např. od 22:00 do 6:00).							

## 2.3 Kritéria pro navrhování osvětlení podle ČSN EN 12464 - 2

Osvětlení pracovišť klade požadavky na uspokojení lidských potřeb, kterými jsou:

- zraková pohoda,
- zrakový výkon (schopnost vykonávat zrakové úkoly při obtížných podmínkách a po dlouhou dobu),
- bezpečnost na pracovištích.

### Parametry určující světelné prostředí:

- rozložení jasů,
- osvětlenost,
- rušivé světlo - oslnění
- směrovost světla,
- podání barev a barevný tón světla. [1]

#### 2.3.1 Rozložení jasů

Úroveň adaptace zraku závisí na rozložení jasů, který pak ovlivňuje viditelnost úkolu. Dobrá vyváženost adaptačního zraku je důležitá pro:

- ostrost vidění,
- kontrastní citlivost pro rozlišení malých rozdílů hladin jasů,
- funkce zraku (akomodace, adaptace, atd.).

#### 2.3.2 Osvětlenost

Vnímání a výkon zrakového úkolu člověka úzce souvisí s osvětleností a jejím rozložením. Podílí se na tom nejen osvětlenost v místě úkolu, ale i osvětlenost bezprostředního okolí.

Hodnoty osvětleností komunikačních a pracovních prostorů rozveden jsou uvedeny v Tab.1 a Tab.2. Tyto údaje jsou minimálními hodnotami udržované osvětlenosti srovnávací roviny, pod kterou nesmí klesnout. Výjimkou může být případ, kdy je úkol vykonáván jen zřídka, popř. velmi krátkou dobu.

Osvětlenost místa zrakového úkolu by měla mít s osvětleností jejího okolí vyvážené rozložení jasů v zorném poli. Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu může být menší, než osvětlenost v místě úkolu, ale nesmí klesnout pod hodnoty uvedené v Tab.5.

Tab. 5 Poměr osvětlenosti úkolu a jeho okolí [1]

Osvětlenost úkolu [lx]	Osvětlenost okolí úkolu [lx]
$\geq 500$	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq \bar{E}_m \leq 100$	20
$< 50$	není specifikováno

### Rovnoměrnost osvětlení

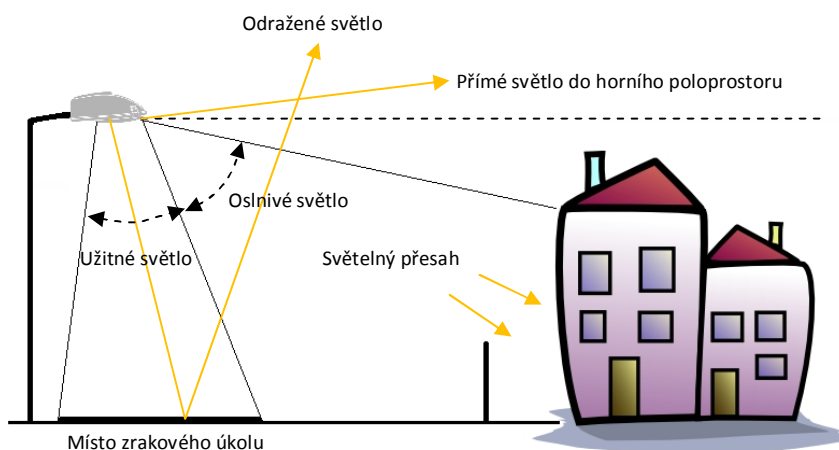
Důležitou součástí osvětlování pracovních ploch je rovnoměrnost jejího osvětlení  $U_0$ . Hlavně v místě zrakového úkolu musí být osvětlenost čím jak nejrovnoměrnější a v jeho bezprostředním okolí nesmí být rovnoměrnost osvětlení menší než 0,1.

### 2.3.3 Rušivé světlo

Rušivé světlo je rozptýlené (nadměrné, parazitní) elektromagnetické záření, šířící se venkovním prostorem. Takové světlo je produkováno umělými světelnými zdroji.

Rozptýlené světlo dopadá mimo hranice osvětlené oblasti a způsobuje nežádoucí jevy jako:

- závojevý jas oblohy,
- oslnivé světlo,
- světelný přesah.



Obr. 2 Vznik různých forem rušivého světla ve venkovním prostředí

### ***Závojevý jas oblohy***

Závojevý jas oblohy je tvořen přímou a odraženou složkou světelného toku ze svítidel. Důležitá je především odražená složka, která je opět rozptylována, pohlcována a propouštěna.

$$\Phi = \Phi_{\rho} + \Phi_{\alpha} + \Phi_{\tau} \quad [\text{lm}]$$

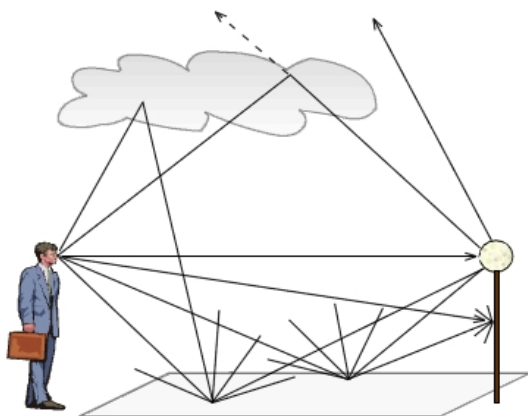
$\Phi$  ... celkový světelný tok,

$\Phi_{\rho}$  ... odražený světelný tok,

$\Phi_{\alpha}$  ... pohlcený světelný tok,

$\Phi_{\tau}$  ... propuštěný světelný tok. [2]

Závojevý jas je projevem interakce světla a prostředí. Snížení pozorovatelnosti objektů na obloze je způsobeno zvýšením jasu oblohy, který snižuje kontrast mezi jasy objektů na obloze a jasnem oblohy.



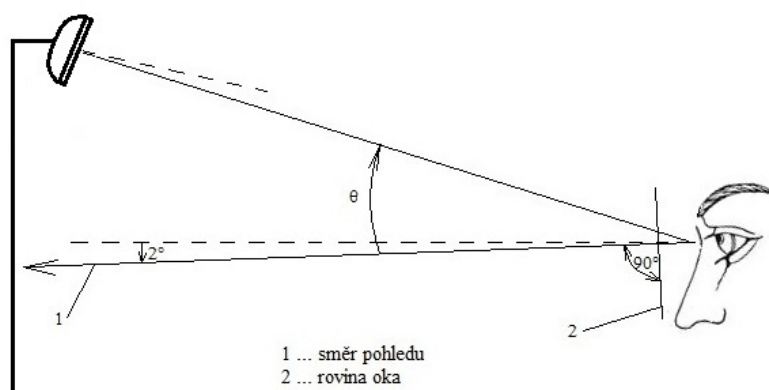
Obr. 3 Rozptyl světla na částicích a vznik závojevého jasu [2]

### ***Oslnivé světlo – oslnění***

Pro rozlišení předmětů je důležité, aby tyto předměty měly různé jasy. Zpozorovat předmět lze při rozdílu jasu kritického detailu  $L_a$  a jasu bezprostředního okolí  $L_b$ . Kontrast jasu udává stupeň rozeznatelnosti za předpokladu rovnoměrného jasu kritického detailu i bezprostředního okolí.

$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b} \quad [-; \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}; \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}]$$

Oslnění vzniká, jestliže je kontrast jasu či jas samotný vyšší, než na jaký je zrak adaptován. Tento nežádoucí jev může způsobit např. předimenzované, nebo špatně nasměrované světlo. Oslnění zhoršuje, nebo dokonce znemožňuje vidění a může být příčinou úrazu. [2]



Obr. 4 Oslnění

Hodnocení přímého oslnění svítidlem (svítidly) osvětlovací soustavy lze určit pomocí vzorce:

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left( \frac{L_V}{L_{VE}^{0,9}} \right) \quad [-]$$

$L_V$  ... celkový závojevový jas způsobený osvětlovací soustavou - součet jednotlivých závojevových jasů všech svítidel ( $L_{v1} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$ ),

$L_{VE}$  ... ekvivalentní závojevový jas pozadí. [1]

Celkový závojevový jas způsobený osvětlovací soustavou lze vypočítat podle vzorce:

$$L_V = 10 \cdot (E_{oka} \cdot \Theta^{-2}) \quad [cd \cdot m^{-2}]$$

$E_{oka}$  ... osvětlenost oka pozorovatele v rovině kolmé na směr pohledu ( $2^\circ$  pod vodorovný směr, viz Obr.4),

$\Theta$  ... úhel mezi směrem pohledu a směrem světla dopadajícího od svítidla. [1]

### ***Světelný přesah***

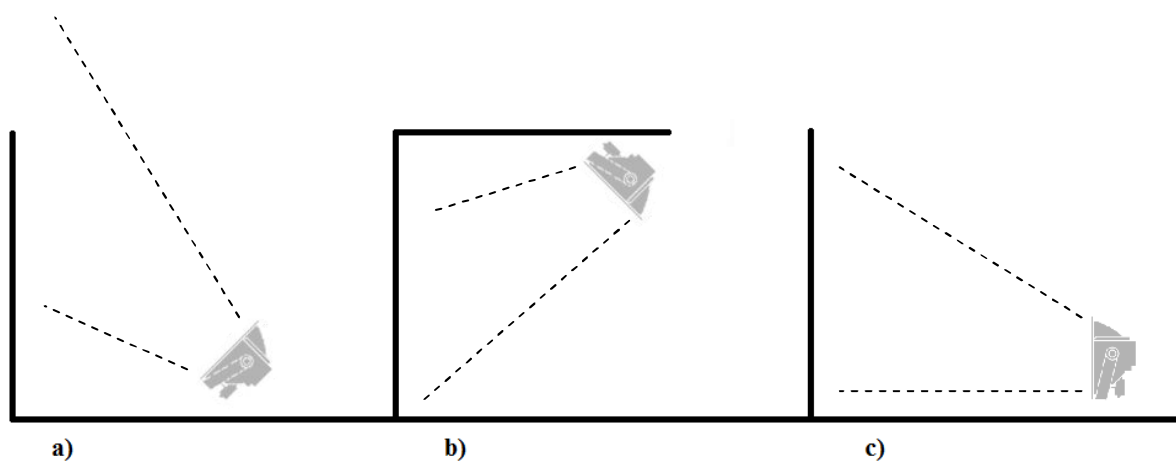
Světelný přesah je nežádoucí světlo, které svítí mimo určený prostor. Takové světlo např. ze svítidel veřejného osvětlení, které dopadá do příbytků nebo osvětluje pozemky je nežádoucí a narušuje soukromí obyvatel. [3]

### 2.3.4 Směřované osvětlení

Směřované osvětlení se hlavně používá ke zvýraznění určitého objektu. Směřováním svítidel mohou ovšem vznikat velmi ostré stíny, případně může svítidlo způsobovat oslnění. Patříčné osvětlení musí rovněž akceptovat limity rušivého světla.

#### Doporučená instalace a nasměrování svítidel

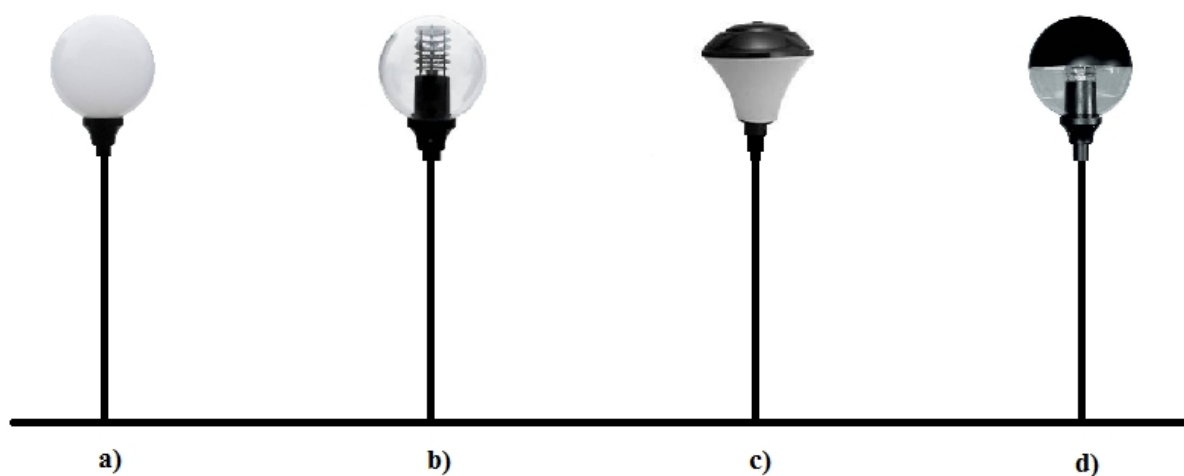
1) K osvětlování svislých a vodorovných ploch se doporučuje směřovat světelný tok svítidel přímo dolů, nebo alespoň přímo na osvětlovaný objekt. Pokud to není technicky možné, používají se svítidla s clonami.



*Obr. 5 Instalace a nasměrování svítidel*

- a) světelný tok směřovaný vzhůru,
- b) světelný tok směřovaný dolů,
- c) světelný tok směřovaný přímo na osvětlovaný objekt.

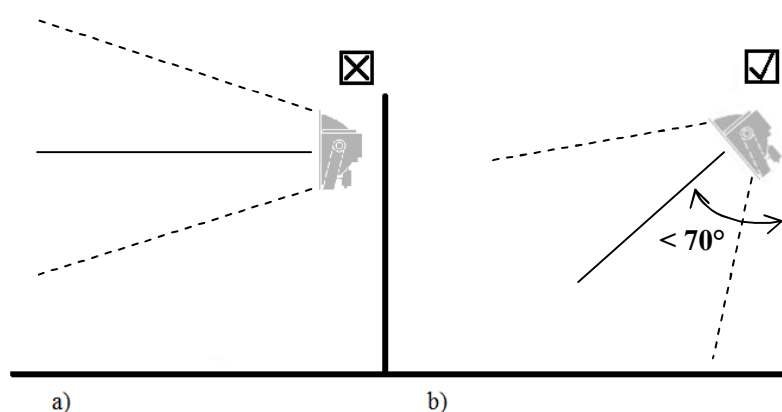
2) Doporučuje se používat zařízení, která omezují distribuci světelného toku do horního poloprostoru.



Obr. 6 Omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru technickými prostředky

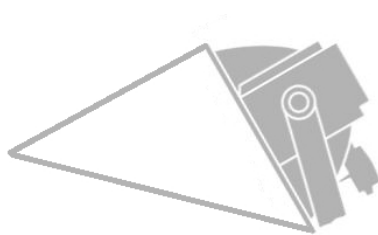
- a) svítidlo bez clony vyzařuje do horního poloprostoru 60% světelného toku a způsobuje oslnění,
- b) svítidlo vybavené prstencovou clonou proti oslnování,
- c) svítidlo s vrchlíkem omezujícím distribuci světelného toku do horního poloprostoru,
- d) svítidlo vybavené clonou zamezující šíření světla nežádoucím směrem.

3) Pro omezení oslnění je důležité, aby hlavní paprsek svítidla neměl **elevační úhel** větší než  $70^\circ$ . Čím výše je svítidlo umístěno, tím menší elevační úhel je zapotřebí.



Obr. 7 Velikost elevačního úhlu

4) Přednostně se používají světlomety s asymetrickými výstupními paprsky, které mají možnost nastavení krycího skla rovnoběžně s osvětlovanou plochou.



Obr. 8 Světlomet se speciálním směrovačem světelného toku

5) Použitím fyzických zábran je možno omezit distribuci světelného toku přesahující hranici místa potřebného k osvětlení. Využívají se přírodní zábrany, jako např. křoví nebo umělé zábrany v podobě plotu apod. [3]

### 2.3.5 Hlediska barev

Kvalita barvy světelných zdrojů je dána:

- barevným tónem světla zdroje (teplota chromatičnosti  $T_c$ ),
- barevným podáním (index podání barev  $R_a$ ).

#### Teplota chromatičnosti $T_c$ [K]

Pojem teplota chromatičnosti se užívá k určení spektrálního složení záření světelných zdrojů. Označuje se jako ekvivalentní teplota tzv. černého zářiče. S měnící se teplotou absolutně černého tělesa se mění podíl modré a červené složky spektra. S rostoucí teplotou se zvyšuje podíl modré složky spektra a naopak podíl červené složky se snižuje.

Tab. 6 Skupiny barevného tónu světla světelných zdrojů [1]

Barevný tón světla	Náhradní teplota chromatičnosti $T_c$ [K]
teple bílý	do 3 300
neutrálně bílý	3 300 až 5 300
chladně bílý	nad 5 300



### **Index podání barev $R_a$ [-]**

Tento pojem udává věrohodnost podání barev světelným tokem zdroje v rozsahu 0 až 100. Pro  $R_a = 0$  nedochází k rozeznávání barev, jelikož světelný zdroj vyzařuje světelný tok pouze na jedné vlnové délce a neobsahuje tedy spektrum barev. Při  $R_a = 100$  jsou barvy rozeznávány věrně jako denní světlo. Index podání barev je uspokojivý při  $R_a > 40$  a dobrý při  $R_a > 80$ . Světelné zdroje svítidel umístěných ve venkovních pracovních prostorech musí mít index podání barev minimálně  $R_a = 20$  z důvodu rozlišitelnosti bezpečnostních barev. [3]

## **2.4 Světelné zdroje svítidel ve venkovních rozvodech**

Ve venkovních rozvodech je využíváno teplotních, výbojových i LED zdrojů. S velkou převahou se používají výbojové zdroje (vysokotlaká sodíková výbojka a halogenidová výbojka). Používaným teplotním zdrojem je halogenová žárovka sloužící k občasnému sledování pro hlídací osvětlení (např. při vzniku poplachových situací). Moderním zdrojem s vyzařovací charakteristikou pro osvětlování komunikací rozvozen, vhodnou i pro hlídací osvětlení, jsou LED diody, u kterých lze předpokládat, že postupem času nahradí výbojové zdroje.

### **2.4.1 Parametry světelných zdrojů**

Mezi nejdůležitější parametry světelných zdrojů patří měrný světelný výkon, doba života a index podání barev.

Rozdělení parametrů světelných zdrojů na kvantitativní a kvalitativní:

- Do oblasti kvantitativních parametrů důležitých zejména pro uživatele a projektanty patří světelný tok  $\Phi$  (lm), elektrický příkon  $P$  (W) a měrný světelný výkon  $\eta_v$  ( $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$ ).
- Kvalita světelných zdrojů je posuzována podle doby života  $T$  (hodina), indexu podání barev  $R_a$  (-) a podle světelně-technických parametrů.

Dále jsou světelné zdroje posuzovány podle jejich vlastností, kterými jsou tvar, rozměry, hmotnost, distribuce a možnost upravovat světelný tok.

**Světelný tok  $\Phi$  [lm]**

- udává, kolik světla je vyzařeno světelným zdrojem do všech směrů.

**Měrný světelný výkon  $\eta_v$  [ $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$ ]**

- udává účinnost přeměny elektrické energie na světlo ve zdroji světla.

$$\eta_v = \frac{\Phi}{P} \quad [\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}; \text{lm}; \text{W}]$$

$\Phi$  ... světelný tok

$P$  ... elektrický příkon

**Doba života světelného zdroje  $T$  [hodina]**

- je doba funkčnosti světelného zdroje, po kterou zdroj stále splňuje všechny stanovené požadavky.

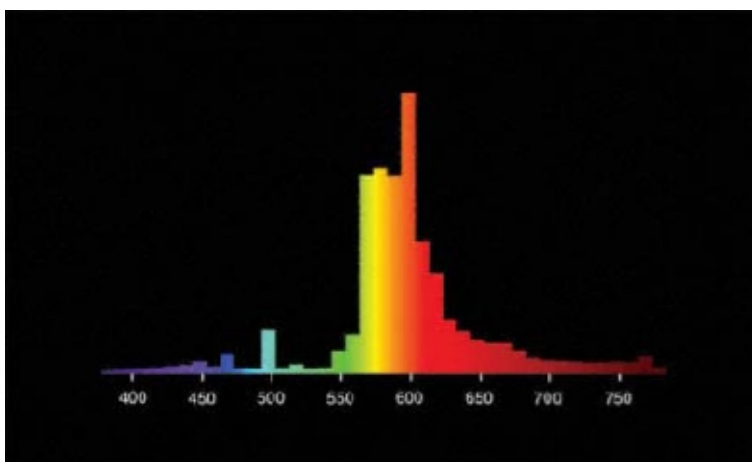
**Index podání barev  $R_a$  [-]**

- udává věrohodnost podání barev světelným tokem zdroje v rozsahu 0 až 100.

## 2.4.2 Výbojové světelné zdroje

**Vysokotlaké sodíkové výbojky**

Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou nejpoužívanějšími výbojkami venkovních prostranství. Nejinak tomu je v případě rozvodů, kde se hlavně používají k osvětlení komunikací a pro hlídání osvětlení. Jsou charakteristické vyzařováním žluté až oranžové barvy. Tyto světelné zdroje se vyznačují hlavně vysokým měrným výkonem až  $150 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$  a dlouhou dobou života. Při dodržování provozních podmínek se pohybuje doba života těchto výbojek v rozmezí 16 000 až 36 000 hodin. Jejich nevýhodou je právě barva vyzařovaného světla, při které je index podání barev  $R_a = 25$ , což může být rozhodujícím faktorem pro výběr zdroje v závislosti na požadavcích barevného snímání kamer a rozlišitelnosti barevného značení.



*Obr. 9 Vysokotlaká sodíková výbojka se spektrální charakteristikou [4]*

### **Halogenidové výbojky**

Tento typ výbojek se vyznačuje především vysokým indexem podání barev  $R_a = 90$  a měrným výkonem dosahujícím až  $130 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ . Využití nacházejí v místech osvětlení s vysokými nároky na barevné podání. V rozvodnách se používají především k provoznímu osvětlení v prostorech transformátorů a pole rozvodny, popř. k osvětlení komunikací.

K celkovému nasazování do systému osvětlení venkovních rozvodů zabraňuje několik nevýhod, kterými tyto výbojky disponují. V první řadě jsou to pořizovací náklady na osvětlení soustavy. Vzhledem k jejich náročné výrobě jsou přibližně 4x dražší, než vysokotlakové sodíkové výbojky. Dalšími nevýhodami je pomalý náběh na 100 % světelného toku o délce trvání cca 4 min, doba života až 15 000 hod a nemožnost stmívání nebo samozápalu teplé výbojky.



*Obr. 10 Halogenidová výbojka [4]*

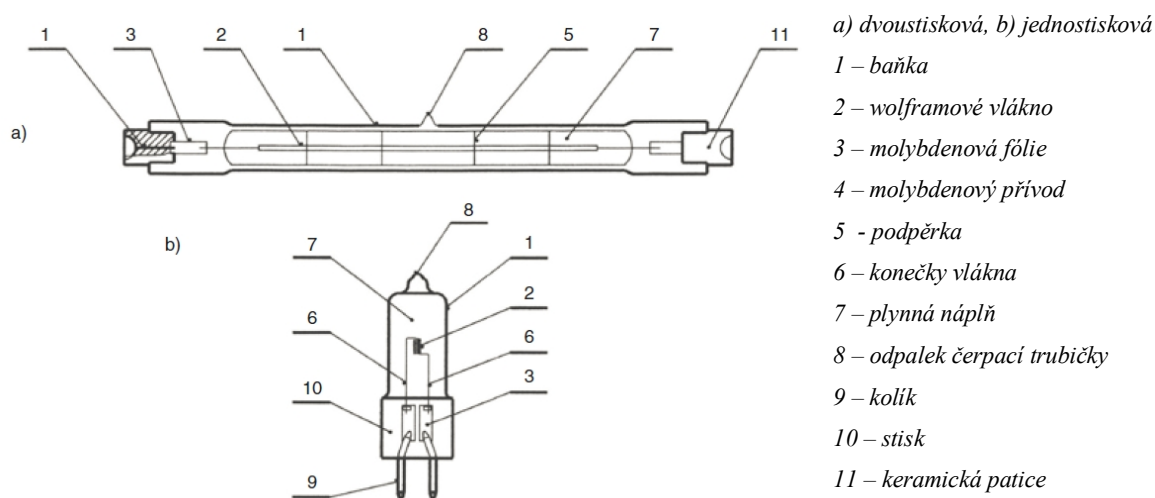
### 2.4.3 Teplotní zdroje

#### Halogenové žárovky

Halogenové žárovky se používají ve venkovních pracovních prostorech hlavně pro jejich okamžitý náběh světelného toku na 100 %. Využití nachází pro občasné sledování, např. při poplachových situacích neoprávněného vstupu cizí osoby do objektu.

Halogenové žárovky vyzařují bílé světlo s teplotou chromatičnosti  $T_c = 3000 \text{ K}$ . Jejich index podání barev je stejný, jako u běžné žárovky  $R_a = 100$ . Ovšem oproti běžným žárovkám disponují hned několika výhodami:

- měrný výkon je až o 30 % vyšší,  $\eta_v = 25 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ ,
- delší doba života,  $T = 2000$  až  $3000$  hodin,
- lepší stabilita světelného toku a teploty chromatičnosti po dobu jejich technického života,
- nižší podíl UV záření,
- vyšší účinnost přeměny elektrické energie na světelnou, atd.



Obr. 11 Konstrukce halogenové žárovky [12]

#### 2.4.4 Světelné diody

Světelné diody, označovány taky jako LED diody jsou elektronické prvky generující monochromatické světelné záření při průchodu proudu polovodičovým přechodem. Jejich vývoj postupuje stále kupředu. Postupně dochází ke zvyšování jejich světelného toku. Poslední generace LED diod disponují měrným světelným výkonem až  $140 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ . Ke klasickému osvětlování se používají LED diody výhradně s bílou barvou světla. Index podání barev  $R_a$  může být větší než 80. Ve venkovních rozvodnách se začínají postupně používat k osvětlení komunikací nebo pro hlídací osvětlení.

K výhodám světelných diod patří především doba života, malé rozměry, možnost stmívání, generování různých barev spektra atd. Jedná se prakticky o bodové zdroje, takže mají velmi malé rozměry. Doba života starších LED zdrojů generujících bílé světlo je až 50 000 hodin, reálně se však pohybuje v rozmezí 20 000 – 25 000 hodin. Až poslední generace LED diod dosahuje života 70 000 až 100 000 hodin.

Nevýhodou diod je závislost teploty na PN přechodu. Tím je omezena především velikost příkonu (5 W). Tento nedostatek může být odstraněn použitím většího počtu těchto světelných zdrojů. [3]



Obr. 12 Výkonová LED dioda [13]

### 2.5 Teorie osvětlování rozvoden

Při návrhu osvětlení venkovních rozvoden jsou zadavatelem projektu stanoveny **požadavky** na osvětlení rozvodny a poskytnuty **vstupní data** na realizaci projektu. Zadavatel může upřednostňovat i vlastní normu opírající se o jinou technickou normu s vlastními požadavky a upřesněními dané problematiky. Vstupními daty jsou například:

- výkresová dokumentace řezu a půdorysu (transformátoru, situace kabelu,...),
- rozměry osvětlované plochy,
- specifikace požadavků na osvětlení transformátorů a komunikací,
- specifikace vykonávaných činností, kterými mohou být: celková kontrola rozvodny, kontrola při poruchových stavech, kamerové sledování apod.

Osvětlení venkovních rozvodů není snadnou záležitostí, poněvadž se důležitá místa nacházejí v celém prostoru rozvodny. Především by měl být kladen důraz na nasvětlení těchto částí rozvodny:

- transformátory a okolí transformátoru,
- pole rozvodny (přístrojová část),
- izolátorové závěsy,
- odpojovače,
- komunikace a přístupové cesty k domkům.

Osvětlení venkovních rozvodů lze rozčlenit podle **požadavků na osvětlení jednotlivých částí** elektrických stanic:

- **provozní osvětlení** – rozvodna, transformátory,
- **osvětlení komunikací**,
- **hlídací osvětlení** (kamerové osvětlení).

### 2.5.1 Provozní osvětlení

Provozním osvětlením venkovních přenosových soustav jsou osvětlovány **prostory rozvodů** z celoplošného charakteru (celkové osvětlení rozvodů), **transformátory**, dále prostory **vypínačů**, přípojnicových **odpojovačů** a dalších vývodů.

#### 2.5.1.1 Celkové osvětlení rozvodny

Norma ČSN EN 16424 – 2 pro osvětlení venkovních pracovních prostorů udává hodnoty veličin důležitých k osvětlení rozvodů z hlediska:

- činností vykonávaných v rozvodnách,
- bezpečnosti a ochraně osob.

Při běžně prováděných činnostech ve venkovních prostorech rozvodny musí osvětlení splňovat požadavky stanovené v Tab.2 jako **Celková kontrola**.

Při **opravách na elektrických zařízeních** rozvodny je vhodné použití mobilního (přenosného) zařízení k detailnímu osvětlení daného místa, viz Tab.2.

Podle **stupně rizika** v Tab.3 světelně-technických požadavků na bezpečnost a ochranu spadají rozvodny do **vysoce rizikových oblastí**. Konkrétní parametry osvětlení uvedené v této tabulce zajišťují kromě ochrany zdraví rovněž zabezpečení proti neoprávněnému vniknutí cizích osob.

**Požadavky na celkové osvětlení** rozvoden lze pak shrnout podle výše uvedených kritérií do jedné tabulky:

Tab. 7 Celkové osvětlení rozvoden

Celkové osvětlení venkovní rozvodny			
$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]
50	0,40	45	20

### Světelné zdroje

Vzhledem k velkým rozměrům plochy rozvoden je potřeba volit zdroje s vysokým světelným tokem u nichž je kladen důraz na:

- index podání barev, min.  $R_a = 20$ ,
- dlouhou dobu technického života  $T$ ,
- vysoký měrný světelný výkon  $\eta_v$ .

Osvětlení rozvodny podle daných požadavků vyhovují především dva typy světelných zdrojů:

- vysokotlaká sodíková výbojka,
- halogenidová výbojka.

Jedním z výše uvedených světelných zdrojů používaných k celkovému osvětlení rozvoden je **vysokotlaká sodíková výbojka**, vzhledem k jejich vysokému měrnému výkonu a dlouhé době technického života. Slabinou těchto světelných zdrojů je nízká hodnota indexu podání barev ( $R_a = 25$ ), což by nevadilo v případě černobílého režimu snímání kamer, ale pro barevné snímání je tento index barevného podání nedostačující.

Proto se využívá i druhá varianta světelných zdrojů v podobě **halogenidové výbojky** vyznačující se vysokým indexem podání barev  $R_a$ . Tento světelný zdroj má rovněž dostačující měrný výkon, ale doba jeho technického života je oproti vysokotlakým sodíkovým výbojkám podstatně kratší. Tento typ výbojek nachází uplatnění hlavně při požadavcích na barevné kamerové snímání a barevné rozpoznání, např. značek.

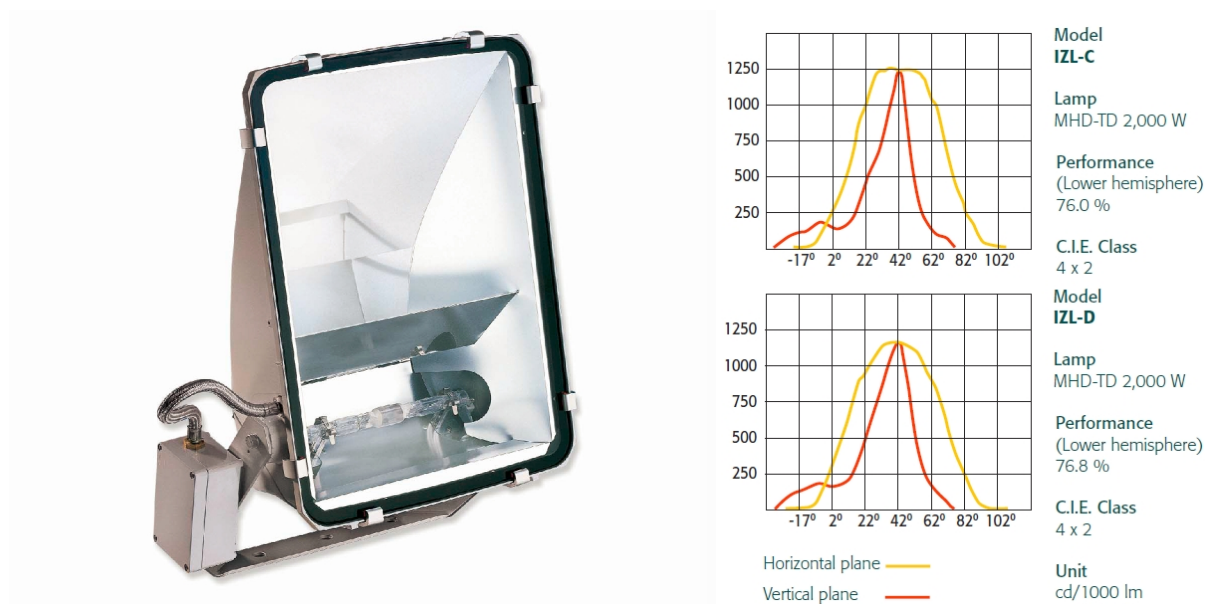
## Svítidla

K celkovému osvětlení rozvodny se používá asymetrických svítidel s plochými skly, díky čemuž je omezen světelný tok jdoucí do horního poloprostoru. Svítidla jsou osazována do určité výšky osvětlovacích stožárů, tak aby byla dodržena požadovaná rovnoměrnost osvětlení. Z důvodu minimalizace počtu svítidel na stožárech je vhodné použití maximálního světelného toku na svítidlo.

K zajištění požadované kamerové osvětlenosti se nabízí možnost sepnutí pouze minimálního počtu svítidel na jednom stožáru s přepínáním těchto svítidel, aby docházelo k postupnému stárnutí světelných zdrojů při permanentním provozu.

### Příklad svítidla pro osvětlení plochy rozvodny

#### Indal - Vista IZL



Obr. 13 Svítidlo Indal Vista IZL s křivkami svítivosti [5]

#### Parametry svítidla:

- reflektorové svítidlo značky **Indal**,
- model: IZL – C s úzkou charakteristikou,  
IZL – D se širokou charakteristikou,
- tlakově odlévané, odolné proti vodě, bez předradníku,
- krytí IP 65, IK 08,
- el. třída I,
- asymetrická křivka svítivosti,
- doporučený světelný zdroj: - vysokotlaké sodíkové výbojky 600 W,  
- dvoupaticové vysokotlaké sodíkové výbojky 1000 W,  
- dvoupaticové metal – halogenidové výbojky 2000 W. [5]



### 2.5.1.2 Osvětlení transformátorů

Osvětlení transformátorů je definováno podle stejných norem i požadavků jako v kapitole **celkového osvětlení rozvoden**. Od předchozí problematiky se liší hlavně v rozměrech osvětlované plochy, která je u transformátorů mnohonásobně menší, než u celkové plochy rozvodny. Z tohoto důvodu je k osvětlení transformátorů používáno nižších výkonů světelných zdrojů (250 W, 400 W).

#### Světelné zdroje

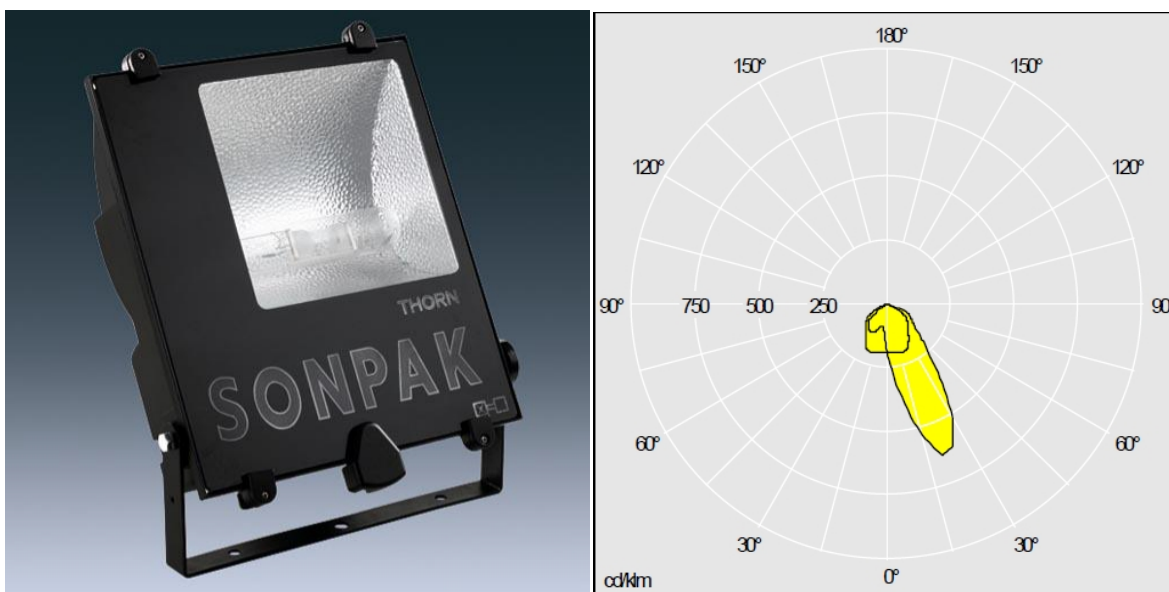
Pro osvětlování transformátorů je vhodné použití především **halogenidových výbojek**, vyznačujících se vysokým indexem podání barev. Na pláštích transformátorů se vyskytují barevné značení a popisová pole, které je potřeba při umělém osvětlení zřetelně rozeznat a přečíst. V případě nenutnosti rozpoznání barev na těchto přístrojích by bylo možné použití vysokotlakých sodíkových výbojek, vzhledem k jejich přednostem.

#### Svítidla

Svítidla sloužící k osvětlení transformátorů by měla být instalována ve výšce alespoň 1,5 násobku výšky transformátoru tak, aby byly osvětleny všechny viditelné plochy transformátoru včetně okolní plochy. Zvláště by měl být kladen důraz na horizontální osvětlenost horní části transformátoru včetně průchodek a vertikální osvětlenost všech bočních krytů transformátoru, kde se nachází barevné značky. Jelikož je transformátor z kontrolního hlediska stále monitorován kamerovým systémem nesmí být opomenuta dostatečná kamerová osvětlenost z pohledu umístěných kamer.

#### Příklad svítidla pro osvětlení transformátorů

##### Thorn – Sonpak Lx



Obr. 14 Asymetrický reflektor Thorn – Sonpak Lx s křivkou svítivosti [7]

#### Parametry svítidla:

- reflektorové svítidlo značky **Thorn**,
- tlakově odlévané,
- krytí IP 65, IK 06,
- patice E40,
- třída ochrany SC,
- asymetrická křivka svítivosti,
- doporučený světelný zdroj: HST/HIT 250/400 W. [7]

### 2.5.2 Osvětlení komunikací

Osvětlení komunikací, cest, parkovacích ploch a chodníků v prostorech venkovních rozvoden slouží k bezpečnému pohybu osob a provozu mechanizace za snížené viditelnosti.

Na osvětlení pozemních komunikací se zaměřuje norma ČSN EN 13201, podle které se osvětlení komunikací v rozvodně navrhuje pro klasické komunikace nižších tříd. Rovněž i norma ČSN EN 12464 – 2 pro osvětlení venkovních pracovních prostorů udává parametry na osvětlení komunikací v pracovních prostorech. Jelikož tato norma obsahuje požadavky na osvětlení **komunikací vyhrazených pro pomalu jedoucí vozidla (max. rychlostí 10 km/h) a pro chodce** (viz Tab.1), je k problematice osvětlování komunikací venkovních rozvoden tato norma dostačující.

#### **Světelné zdroje**

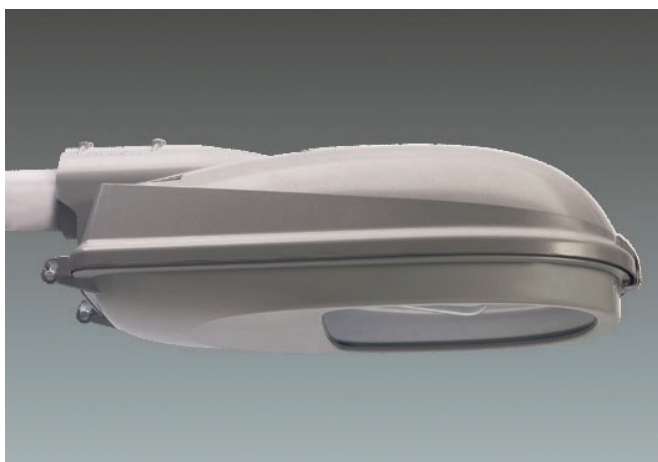
K osvětlení komunikací v rozvodně se používají především **vysokotlaké sodíkové výbojky** (vysoký měrný výkon, dlouhá doba technického života), ale mohou být použity i **halogenidové výbojky** (dobrý index podání barev) v závislosti na součinnosti s kamerovým osvětlením. V současné době se začínají ve veřejném osvětlení (VO) prosazovat **LED diody** především pro jejich dobrý index podání barev, dlouhou dobu technického života a stále zvyšujícímu se měrnému výkonu zdroje. Nejinak tomu je i v případě osvětlení komunikací rozvoden, kde lze očekávat, že postupem času tyto zdroje nahradí v současné době nejvíce využívané výbojkové světelné zdroje.

## Svítidla

Svítidla používaná k osvětlení komunikací v rozvodnách, by měla být osazena ve výšce min. 4m nad zemí a splňovat tak danou rovnoměrnost osvětlení. Podle normy ČSN EN 12464 – 2 je nutno respektovat omezení rušivého světla, tedy minimalizovat vyzařování světelného toku těchto svítidel do horního poloprostoru. Jedním ze způsobů jak tohoto efektu docílit je použití svítidel s plochými skly. Krytí světelně činné části svítidel by mělo být min. IP 54, ideálně IP 65. K osvětlení komunikací v rozvodnách se umísťují svítidla ve většině případů na dřík, popř. na stěny objektů. Pro omezení indukovaného napětí na výbojce je vhodné využití hliníkového krytu svítidla s třídou izolace min. I.

### Příklady svítidel pro osvětlení komunikací rozvoden

#### **Thorn - JET 2 CL2**

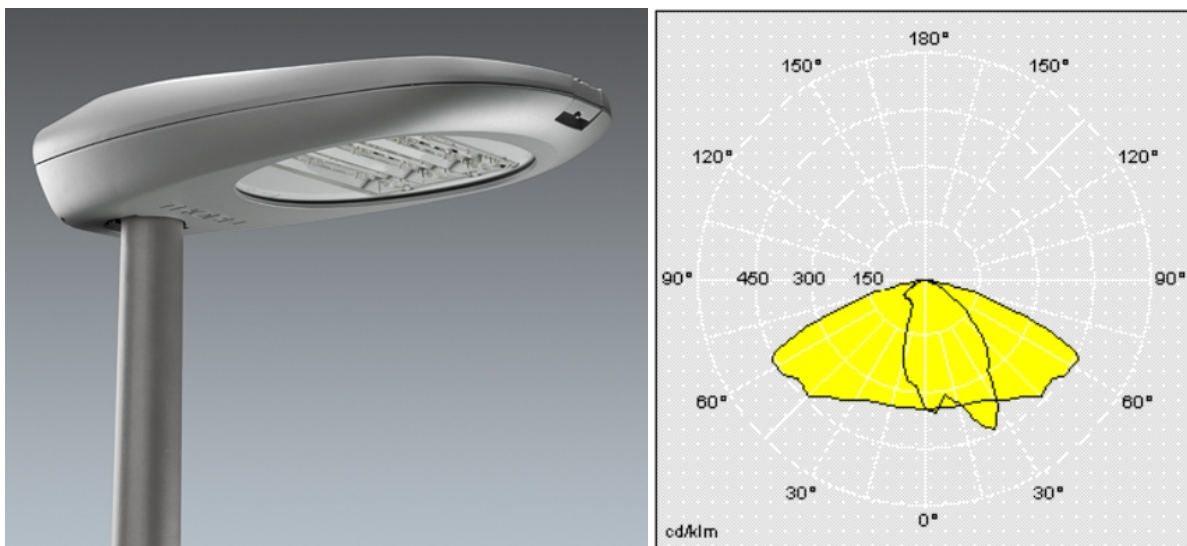


*Obr. 15 Svítidlo Thorn Jet2 [7]*

#### Parametry svítidla:

- venkovní uliční svítidlo značky **Thorn**,
- tlakově odlévané,
- krytí IP 65, IK 08
- třída ochrany II,
- kryt s plochým sklem,
- doporučený světelný zdroj: HST/HIT-CE 70 W. [7]

## Thorn – OXANE CL2



Obr. 16 Svítidlo Thorn Oxane s křivkou svítivosti[7]

### Parametry svítidla:

- venkovní LED uliční svítidlo značky **Thorn**,
- tlakově odlévané,
- krytí IP 66,
- třída ochrany II,
- difuzor: ploché tvrdé sklo,
- světelný zdroj: 1x LED diody Oxane 56 W,  
celkový světelný tok: 3989 lm,  
životnost: se světelným tokem 70 % při 25 °C – 70 000 hod. [7]

### **Osvětlení příjezdových komunikací**

Na osvětlení příjezdových komunikací jsou kladeny obdobné nároky jako na osvětlení běžných komunikací v rozvodně s tím rozdílem, že osvětlení příjezdových komunikací je vázáno na součinnost s kamerovým osvětlením. Tzn. je důležité, aby byl sloup osvětlení s instalovanou kamerou umístěn tak, aby dominantní část světelného toku směřovala na snímáný objekt. Příslušný sloup by měl být tedy umístěn před nebo za branou, aby bylo zřetelně vidět příjezdějící osoby či automobily. V žádném případě nesmí být svítidlo umístěno nad branou (obdobná problematika přechodů pro chodce). Zároveň musí být zamezen výskyt vysokých jasů v operačním poli kamery.

Jelikož vstupní brána slouží k identifikaci příjezdějících vozidel a vstupujících osob, měla by tedy splňovat přísnější požadavek na hodnotu udržované osvětlenosti  $\bar{E}_m = 50 \text{ lx}$ .

### 2.5.3 Hlídací osvětlení (kamerové osvětlení)

Kamery v rozvodnách slouží k celkovému sledování dění v areálu stanice a k ostraze objektu. Sledování kamery je nepřetržité ve dne i v noci. Její princip spočívá ve snímání jasů osvětlovaných předmětů. Nejpriznivějším stavem kamery je, když světelný tok dopadá na osvětlovaný objekt z pohledu kamery, tehdy je dosaženo nejvyšších jasů. Nejlepším řešením je umístění bezpečnostních kamer poblíž hlídacího osvětlení. Běžně používané kamery na pracovištích rozvodů mají citlivost barevného snímání  $E = 0,4 \text{ lx}$  a černobílého snímání  $E = 0,05 \text{ lx}$ . Optimálními hodnotami osvětleností pro správnou funkci kamer je pro barevné snímání  $E = 15 \text{ lx}$  a černobílé snímání  $E = 10 \text{ lx}$ . Takto osvětlené plochy zabírané kamerou musí být dosaženo alespoň ze 70 %.

U kamerového osvětlení je důležitá rovnoměrnost osvětlení snímaného místa. Nesmí docházet k přesvětlení plochy, neboť tím dochází ke snížení kvality obrazu. Maximální a minimální osvětlenost by měla být nanejvýš v poměru 6:1, v případě použití funkce zoom je to pak v poměru 4:1.

**K nepřetržitému sledování** lze využít pro kamerové osvětlení svítidel s vysokotlakými sodíkovými výbojkami nebo svítidel s halogenidovými výbojkami v závislosti na barevném či černobílém snímání.

Pro **občasné sledování** (např. při vzniku poplachových událostí) se používají reflektory osazené halogenovými zdroji nebo svítidla s klasickými světelnými zdroji, které zajišťují okamžitý náběh světelného toku. Pro dosažení efektu oslnění neoprávněně vstupující osoby do areálu, se nabízí reflektory s halogenovými zdroji vysokých výkonů.

Jinou variantou sledování je s použitím infračerveného (IR) zářiče, který bývá již zabudován v bezpečnostních kamerách, nebo je vyráběn v podobě externího zdroje. Na rozdíl od výše zmiňovaných sledování, tento způsob monitoringu neplní funkci výstražnou. V tomto případě je osoba monitorována, aniž by o tom věděla.

### 3 Stanovení environmentálních zón z pohledu rušivého světla

Mezinárodní komise pro osvětlování vytvořila ve spolupráci s Mezinárodní astronomickou unií a Mezinárodní společností pro temné nebe směrnici pro minimalizaci záře oblohy **CIE 126 - 1997**. Tato směrnice obsahuje limitní hodnoty podílu světelného toku do horního poloprostoru pro jednotlivé zóny prostředí E1 až E4 z hlediska astronomického pozorování.

Minimalizaci rušivého světla taktéž určuje technická norma **ČSN EN 12464 – 2** pro osvětlení venkovních pracovních prostorů. Tato norma stejně jako výše uvedená směrnice rozděluje prostředí do čtyř zón, tzv. environmentálních zón E1 – E4 z hlediska životního prostředí. I když se norma nezabývá objekty sloužícími astronomické činnosti, je potřeba na ně brát ohled při zařizování zkoumaných prostředí do těchto zón.

Jednotlivé **třídy environmentálních zón prostředí s ohledem na astronomické aktivity** jsou pak definovány takto:

- **E1 - oblasti s velmi tmavým prostředím**, do které spadají národní parky a chráněná území, dále observatoře mezinárodního a celonárodního významu. V ČR jsou pouze dvě takové observatoře – Ondřejov a Klet’.
- **E2 – oblasti s nízkými jasy** (málo světlé oblasti), kterými jsou venkovské obytné oblasti a průmyslové oblasti nebo observatoře sloužící akademickým účelům.
- **E3 – oblasti se středně nízkými jasy** (středně světlé oblasti), ve které se nacházejí obytná a průmyslová předměstí nebo hvězdárny určené k amatérskému pozorování a vzdělávacím programům.
- **E4 – oblasti s vysokými jasy** (velmi světlé oblasti), jako jsou centra měst, nebo městské oblasti se zvýšenou noční aktivitou a obchodní zóny. Z pohledu astronomických aktivit zde patří místa pro příležitostní pozorování noční oblohy.

V Tab.4 předchozí kapitoly jsou zmíněny maximální přípustné hodnoty rušivého světla osvětlovacích soustav. Hodnoty rušivého světla jsou v této tabulce uvedeny pro jednotlivé zóny a rozděleny podle času – před policejní hodinou a po policejní hodině, což je pojem, který není v ČR zaveden. Je možno jej chápat jako doba nočního klidu, např. od 22:00 do 6:00. Tabulka obsahuje hodnoty osvětleností na objektech, maximální svítivosti svítidel a podíl světelného toku vyzařovaného do horního poloprostoru – ULR. Poslední sloupec zahrnuje maximální hodnoty jasu fasád budov a jasu informačních a reklamních zařízení.

Pro osvětlování rozveden je důležitá především část tabulky uvádějící podíl světelného toku svítidel jdoucího do horního poloprostoru v procentech pro jednotlivé zóny prostředí (viz Tab.8).

Tab. 8 Největší povolený podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru [2]

Zóna	Podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru v %
<b>E1</b>	0
<b>E2</b>	$\leq 5$
<b>E3</b>	$\leq 15$
<b>E4</b>	$\leq 25$

Rušivé světlo závisí rovněž na produkci světelného toku do horního poloprostoru sousední zóny, proto jsou definovány hranice sousedních zón od tzv. referenčního bodu (např. astronomická laboratoř), viz Tab.9. Přitom vzdálenosti jednotlivých hranic zón se doporučuje pro citlivé oblasti v některých případech zvýšit i na **dvojnásobek**, tzn. že by zóna E2 mohla začínat 2 km od přilehlého referenčního bodu. Současně hranice mezi těmito zónami by neměly být skokové, ale plynulé a neměly by přecházet mezi sebou o víc, jak jeden stupeň.

Je důležité si také uvědomit, že osvětlení lze omezovat pouze na území České Republiky. Jen stěží si lze představit, že by bylo možné omezovat osvětlení za hranicemi našeho území. Rovněž je potřeba brát v úvahu spojitost omezování osvětlení s investiční a provozní, tedy i energetickou náročností. S přísnějšími nároky na omezení osvětlení roste energetická a materiálová náročnost, vzhledem k nutnosti použití většího počtu svítidel, nebo použití svítidel s větším světelným výkonem na vyšších stožárech. V důsledku toho je pak nárůstem emisí více zatěžováno životní prostředí. Je tedy vhodné v určitých případech zvolit kompromisní řešení.

Tab. 9 Minimální vzdálenosti referenčního bodu k hranicím zón [2]

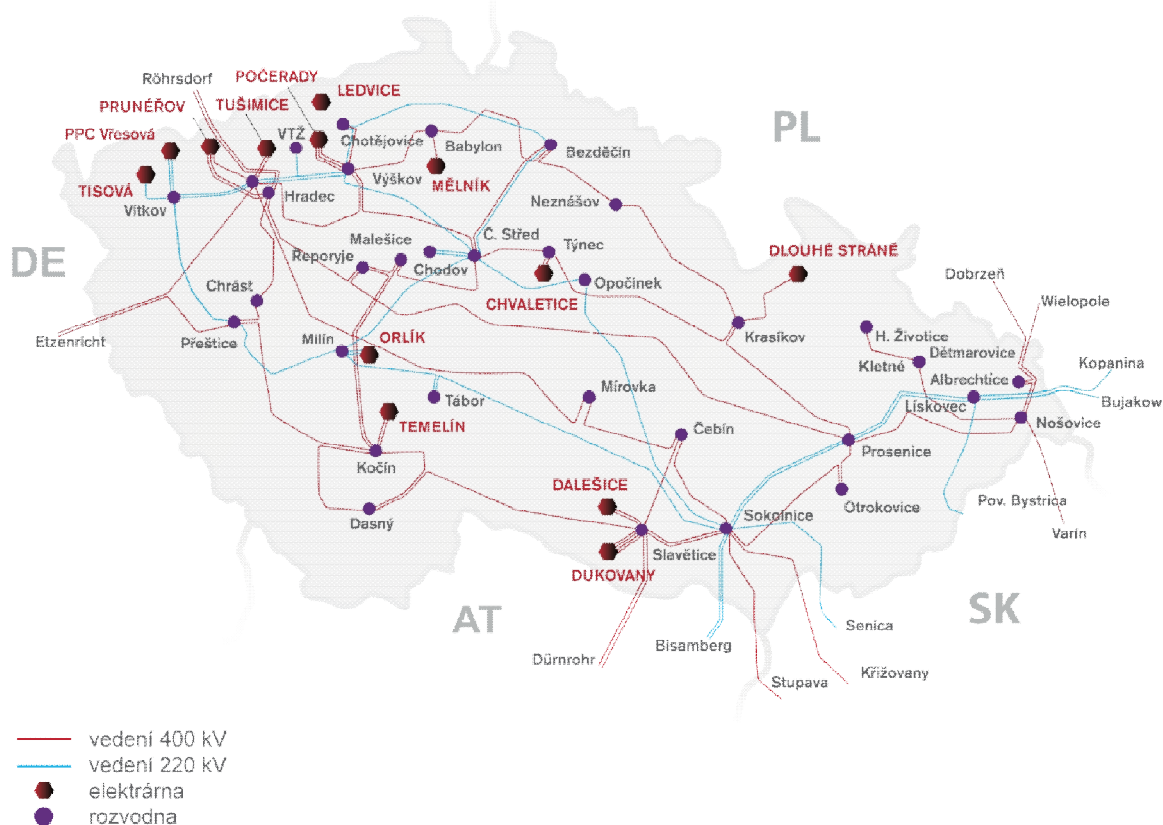
Hranice zón	Minimální délka hranice
<b>E1 – E2</b>	1 km
<b>E2 – E3</b>	10 km
<b>E3 – E4</b>	100 km

Zatřídění rozvodů do environmentálních zón je jeden z prvotních úkolů návrhu osvětlení venkovních rozvodů. Zatřídění se provádí za účelem omezení rušivého světla takto rozměrově velkého zdroje světelného záření, jakým jsou rozvodny. Rozvodná zařízení 420 kV se nacházejí většinou na odlehlejších místech, proto jsou téměř všechny zařazeny do zóny E2, z čehož vyplývá, že přímá složka světelného toku šířící se do horního poloprostoru ze svítidel umístěných v takovéto rozvodně může být maximálně 5 %. Některé přenosové stanice jsou umístěny na okrajích měst, popř. přímo v městských částech. Typickým příkladem rozvodny umístěné v městské části je rozvodna Chodov v Praze s navrženou zónou E3.

### 3.1 Zatřídění venkovních rozvodů 420 kV do jednotlivých zón E1 – E4

Na celém území ČR je (pro rok 2012) rozmístěno 26 rozvodů 420 kV s délkou vedení 3508 km. Příslušné rozvodny zahrnují 4 transformátory 400/220 kV a 46 transformátorů 400/110 kV.

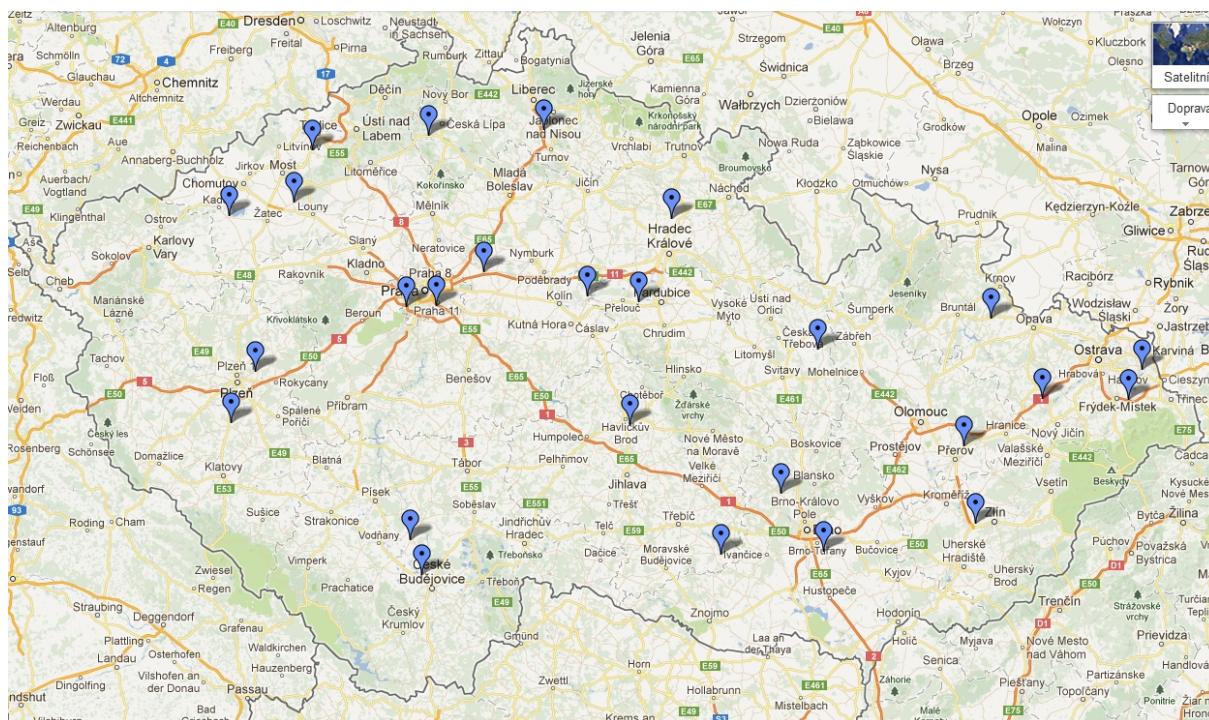
Schéma rozvodné sítě v ČR



Obr. 17 Schéma rozvodné sítě v ČR [15]



### 3.1.1 Seznam venkovních rozvodn 420 kV v ČR:



Obr. 18 Mapa rozvodn 420 kV v ČR na Google Maps

- rozvodna Nošovice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Albrechtice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Kletné – ČEPS, a.s.
- rozvodna Horní Životice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Prosenice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Otrokovice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Sokolnice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Nošovice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Slavětice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Čebín – ČEPS, a.s.
- rozvodna Krasíkov – ČEPS, a.s.
- rozvodna Mírovka – ČEPS, a.s.
- rozvodna Opočinec – ČEPS, a.s.
- rozvodna Neznášov – ČEPS, a.s.
- rozvodna Týnec – ČEPS, a.s.
- rozvodna Bezděčín – ČEPS, a.s.
- rozvodna Čechy Střed – ČEPS, a.s.
- rozvodna Babylon – ČEPS, a.s.
- rozvodna Chodov – ČEPS, a.s.
- rozvodna Řeporyje – ČEPS, a.s.
- rozvodna Kočín – ČEPS, a.s.
- rozvodna Dasný – ČEPS, a.s.
- rozvodna Chotějovice – ČEPS, a.s.
- rozvodna Výškov – ČEPS, a.s.
- rozvodna Hradec u Kadaně – ČEPS, a.s.
- rozvodna Chrást – ČEPS, a.s.

### 3.1.2 Kritéria zatříd'ování rozvoden

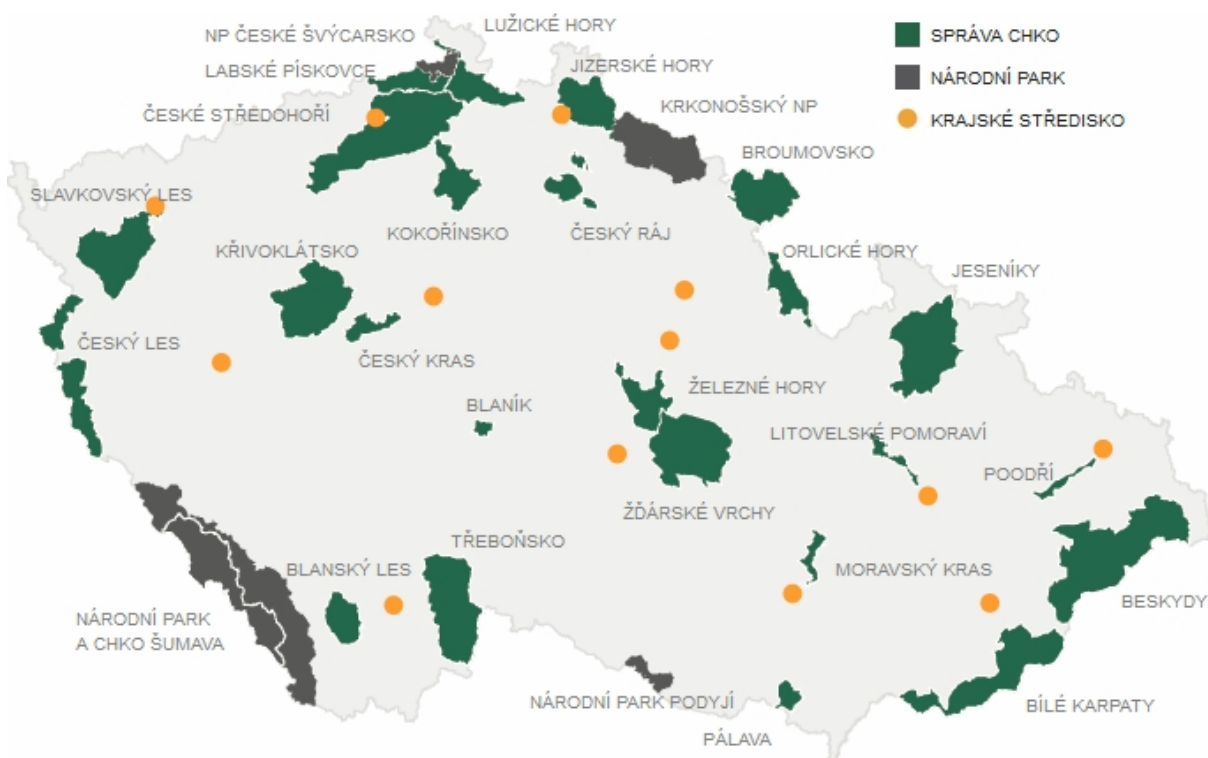
Hlavními kritérii pro zatříd'ování rozvoden do jednotlivých zón jsou:

- přilehlé hvězdárny a observatoře,



Obr. 19 Mapa hvězdáren a observatoří v ČR

- **chráněná území** (národní parky, chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, přírodní rezervace, národní přírodní památky a přírodní památky),



Obr. 20 Mapa národních parků a chráněných krajinných oblastí v ČR [17]

- **města či obce** nacházející se poblíž rozvodn.



Obr. 21 Fotografická mapa rozvodny Kočín nacházející se poblíž obce Kočín a Malešice



### 3.1.3 Zatřídění venkovních rozvodů (návrh)

Jednotlivá zatřídění venkovních rozvodů uvedená v **Příloze I** jsou vlastním návrhem pro přiřazení environmentální zóny rozvodnám 420 kV nacházejícím se území České Republiky. Výběr příslušné zóny je proveden podle tří výše uvedených kritérií.

Při zatřídění je postupováno podle působení těchto jednotlivých tříd na okolí. Vzdálenosti hranic sousedních zón lze z hlediska vzájemného působení vymezit na 1 km. Tzn. bude-li se nacházet v okolí 1 km od rozvodny objekt zařazený např. do environmentální zóny E3, pak je negativní působení tohoto objektu na rozvodnu posuzováno právě podle třídy E3, i když by se rozvodna nacházela v zóně E2 nebo dokonce v zóně E1. Vždy se však nabízí možnost volby kompromisního řešení vzhledem k daným okolnostem.

Vzdálenosti referenčních bodů **hvězdáren a chráněných území** jsou měřeny funkcí v Google Maps od středu rozvodny k bodu hvězdárny, umístěného podle adresace tohoto objektu a do středu rozlohy chráněného území. Jelikož definice **referenčního bodu** není doposud stanovena, není jasné, zda tento referenční bod pro oblasti s větší rozlohou, jakými jsou např. národní parky, volit v centru oblasti, či na jeho okraji. Umístěním referenčního bodu do středu rozvodny a do centra chráněného území mohou proto vznikat chyby v měření jejich vzdáleností. I proto jsou minimální vzdálenosti hranic jednotlivých zón v určitých případech uvažovány jako **dvojnásobné**. Jedná se hlavně o hranice zóny E1 s E2 pro chráněná území, u nichž je převážně v této práci uvažováno 2km pásmo.

Vzdálenosti **měst či obcí** a rozvodů jsou měřeny od okrajů těchto zástaveb. Zde by měla být naměřená odchylka těchto vzdáleností minimální. Názorný příklad měření vzdáleností referenčních bodů je uveden na Obr.22.



Obr. 22 Detailní mapa zobrazení vzdáleností národních parků a města od rozvodny Týnec

## Specifická zatřídění rozvoden

V případě některých specifických zatřídění zvítězil racionální přístup nad konkrétními čísly, viz rozvodna Týnec nebo Řeporyje. V případě rozvodny **Týnec** se v okolí 2 km od stanice nachází přírodní rezervace Týnecké mokřiny s třídou E1 a do 1 km je vzdáleno město Týnec nad Labem. Tzn. že by této stanici měla být přiřazena zóna E3 podle negativního působení tohoto města na rozvodnu. Avšak u Týnce nad Labem s 5600 obyvateli se jedná o relativně malé město, které ve své podstatě až tak neovlivňuje okolí světelným zářením. Této rozvodně je tedy navržena zóna E2 jakožto kompromisní řešení situace, kde se navzájem ovlivňují zóny E1 a E3.

Obdobným způsobem je zatříděna rozvodna **Řeporyje** nacházející se 1,3 km od okraje městské části Praha - Řeporyje, které přísluší zóna E3. Jenže do vzdálenosti 2 km od této přenosové stanice se nacházejí hned čtyři národní přírodní památky s třídou E1. Této venkovní rozvodně je tedy navržena zóna E2, opět jako kompromisní řešení situace zón E1 a E3 nacházejících se v okolí stanice.

Elektrické stanici **Dasný** je navržena zóna E2, avšak u této rozvodny by se dalo uvažovat i o vyšší třídě environmentální zóny. Důvodem je 6,8 km vzdálená observatoř Klet' **mezinárodního významu** a 2,3 km nedaleká přírodní rezervace Vrbenské rybníky. A i když se v okolí rozvodny do 1 km nacházejí dvě obce, víceméně tyto vesnice nijak negativně neovlivňují tuto oblast, jelikož mají velmi malou rozlohu a počet jejich obyvatel se pohybuje okolo 300. Podle publikace CIE 126 – 1997 splňuje tato rozvodna třídu E2, avšak pro „klidný spánek“ ekologických aktivistů by mohla tomuto objektu být navržena i vyšší třída E1.

## Celkové zhodnocení

Podle návrhů uvedených v této diplomové práci se v České Republice nachází **25 venkovních rozvoden 420 kV se zatříděním do environmentální zóny E2** a pouze rozvodně **Chodov umístěné na okraji města Prahy náleží zóna E3**.

Návrhy stanovení environmentálních zón všem venkovním stanicím PS 420 kV na území České Republiky jsou uvedeny v **Příloze I – Stanovení environmentálních zón venkovním rozvodnám 420 kV**. Zakreslení jednotlivých rozvoden do katastrálních map pro navržení environmentálních zón jsou uvedeny v **Příloze II – Vyobrazení venkovních rozvoden 420 kV na mapách**.

Příklad stanovení environmentální zóny rozvodně **Dasný**:

Tab. 10 Environmentální zóna navržená rozvodně Dasný

Rozvodna DASNÝ			Navržená zóna
<b>Hvězdárny</b>	observatoř Klet'	6,8 km	<b>E2</b>
<b>Chráněná území</b>	PR Vrbenské rybníky	2,3 km	
	PR Libochovka	7,5 km	
	PR Mokřiny u Vomáčků	7,4 km	
<b>Obydlená zóna</b>	obec Dasný	800 m	
	obec Bavorovice	1 km	

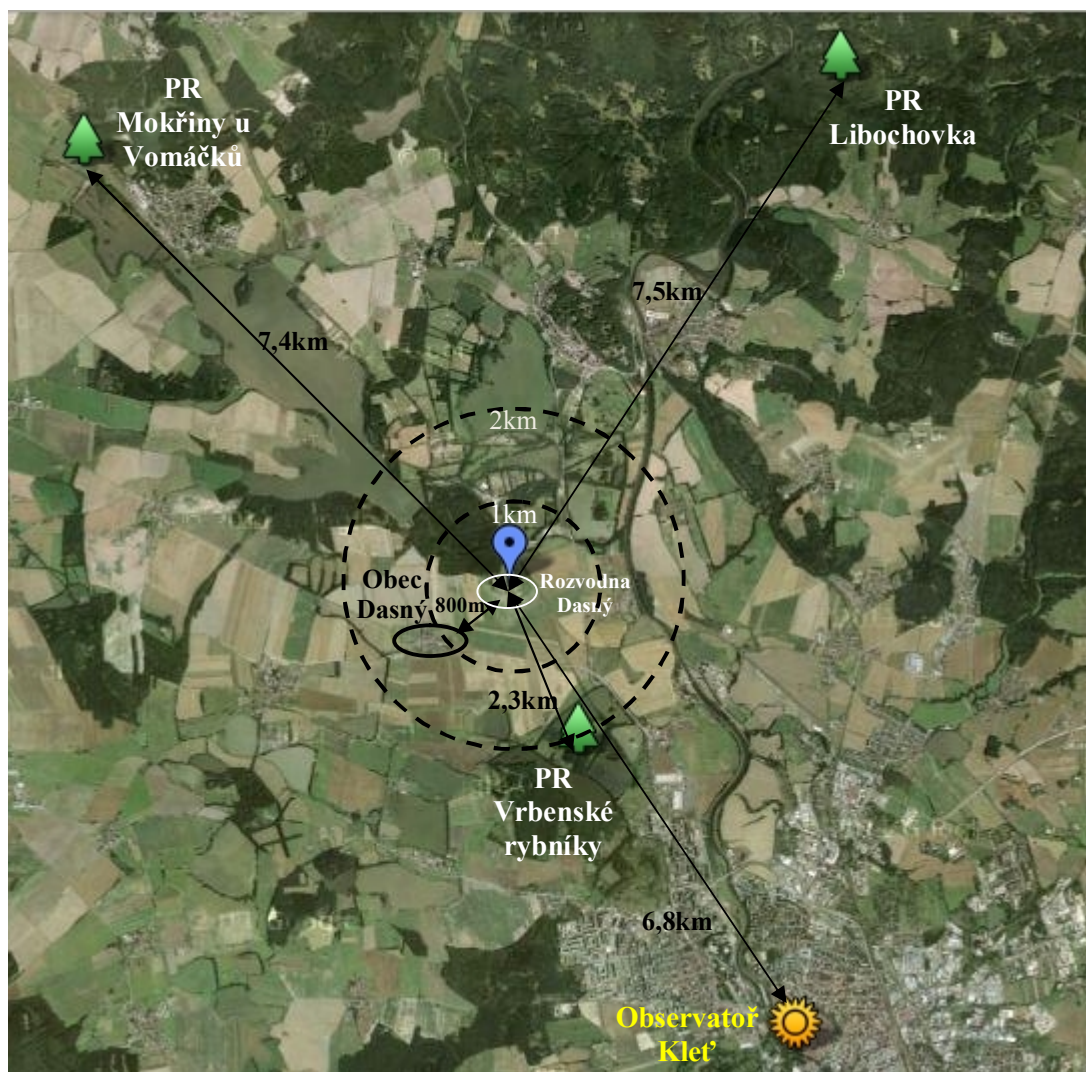
PR přírodní rezervace

#### Hlavní argumenty pro přiřazení zóny **E2** rozvodně Dasný:

- Přírodní rezervace Vrbenské rybníky je vzdálena 2,3 km od rozvodny → (E1) – E2.
- Další přírodní rezervace se nacházejí v oblasti 1 až 10 km od rozvodny → E2.
- Obě obce s počtem obyvatel okolo 300 jsou vzdáleny do 1 km od rozvodny → (E1) - E2.
- Observatoř Klet' je vzdálena do 10 km od rozvodny → E2.
- Environmentální zónu rozvodny určují chráněná území, přilehlé obce a observatoř → **E2**.

Jelikož přírodní rezervace Vrbenské rybníky přesahuje jen o několik set metrů hranici pásma 2 km od rozvodny a obě vesnice velmi malé rozlohy s počtem obyvatel okolo 300 ve své podstatě nijak negativně neovlivňují okolí, pak by rozvodně mohla být navržena i třída E1.

Názorné vyobrazení rozvodny **Dasný** na Google Maps pro navržení environmentální zóny:



*Obr. 23 Fotografická mapa pro přiřazení environmentální zóny rozvodně Dasný*

## 4 Rozbor technických parametrů bezpečnostních kamer

Bezpečnostní kamerové systémy mají v současné době velmi širokou oblast využití. Nejvíce se používají pro sledování různých objektů a pozemků ze zabezpečovacího hlediska. Své uplatnění ovšem nacházejí nejen jako dohledový systém, ale stále více se prosazují např. v průmyslových oblastech jako monitoring nebo automatizace výroby.

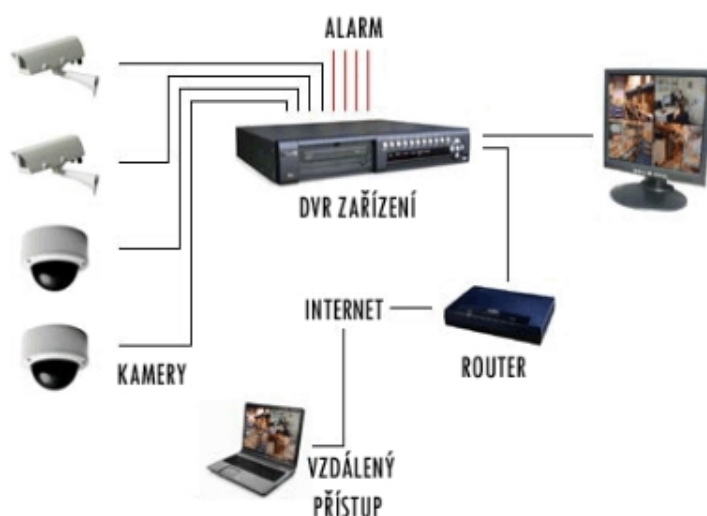
Při tvorbě kamerového systému je nutné volit kamery, které vyhovují daným požadavkům a prostředí nebo místu, kde budou umístěny. Kromě kamery se skládá kamerový systém dále ze zařízení pro přenos a řízení videosignálu, záznamového a zobrazovacího zařízení a v neposlední řadě z příslušenství kamer, kterým je např. kryt, konzola, IR přísvit atd.

Kamerové systémy mohou být vhodným doplněním elektronického zabezpečovacího systému (EZS), jehož základním principem funkce je vyhodnocení nežádoucího pohybu ve střeženém prostoru a informování o narušení tohoto objektu.

Negativní stránkou bezpečnostních kamerových systémů může být ztráta soukromí nebo možnost zneužití zaznamenaných údajů. Tuto problematiku ukládání a zpracování dat z kamerových systémů řeší zákon č. 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů.

### 4.1 CCTV kamerové systémy v průmyslu a při zabezpečení objektů

CCTV (Closed Circuit Television) je tzv. **uzavřený televizní okruh**, který je přístupný pouze uživatelům připojeným přímo do CCTV okruhu. Pro CCTV kamerové systémy se používá i starší pojem **průmyslové televize** nebo taktéž **průmyslové kamery**, z čehož vyplývá, že se tento kamerový systém původně využíval pro průmyslové aplikace. Postupem času začal CCTV kamerový systém pronikat do školství, zdravotnictví, dopravy apod. Největší uplatnění však našly v zabezpečení různých objektů. Proto se můžeme setkat s pojmy jako **bezpečnostní kamery** nebo **zabezpečovací kamery**.



Obr. 24 Schéma CCTV systému [19]



Nejdůležitější částí celého kamerového systému je samotná **kamera**, kterých je na trhu v současné době nepřeberné množství. Je proto třeba klást velký důraz na její výběr. Kamery se rozlišují pro venkovní a vnitřní prostory. Pokud jsou používány i za tmy, je dobrým pomocníkem infračervený přísvit. Přenos obrazu je zprostředkován buď kabelovým vedením, nebo je možné využití bezdrátového přenosu. Obraz z kamer je zaznamenáván pomocí digitálního záznamového zařízení pro živé sledování nebo pozdější přehrávání. Existuje i možnost vzdáleného sledování dění před kamerami přes internetovou síť.

Prvotním kritériem pro výběr kamery je prostředí, ve kterém bude kamera používána. Rozlišují se proto kamery pro **vnitřní a venkovní prostředí**.

### **Kamery pro vnitřní prostředí**

Kamery určené do vnitřních prostorů jsou navrhovány čím jak nejmenších rozměrů. Jejich konstrukce je dána prostředím, ve kterém se nacházejí. Nejsou proto odolné vůči povětrnostním podmínkám, dešti, sněhu apod. Vyrábějí se ve standardních velikostech, nebo miniaturní pro skryté sledování. Pro snímání obrazu za snížených osvětlovacích podmínek mohou být tyto kamery doplněny IR reflektorem, které dokážou „vidět“ i za úplné tmy.

### **Kamery pro venkovní prostředí**

Kamery používané ve venkovních prostředích jsou konstrukčně podobné kamerám pro vnitřní prostory. Hlavním rozdílem je použití nereznoucího obalu (krytu) proti atmosférickým podmínkám a samostatného vyhřívání pro nízké venkovní teploty. Všechny elektronické součástky venkovní kamery jsou chráněny neprodyšným, zcela izolovaným, tzv. hermetickým uzavřením. Mohou být stejně jako vnitřní kamery vybaveny IR reflektorem s přísvitem až na 80 m.

## 4.2 Rozdělení a druhy bezpečnostních kamer

Kamery bezpečnostních kamerových systémů se rozdělují podle snímání, zpracování obrazu a jejich konstrukčního provedení.

### 4.2.1 Rozdělení kamer z hlediska typu snímání obrazu

**Černobílé kamery** - mají větší světelnou citlivost oproti barevným kamerám, proto jsou vhodnější pro snímání při zhoršených světelných podmínkách.

**Barevné kamery** – umožňují rychlejší orientaci v záběru z důvodu větší přehlednosti barevného obrazu. Jejich nevýhodou je nižší světelná citlivost oproti černobílým kamerám.

**Kamery kombinované** – kombinace černobílého a barevného snímání. Při snížení intenzity osvětlenosti pod určitou mez dochází k přechodu z barevného režimu snímání do černobílého.



Obr. 25 Porovnání barevného a černobílého obrazu jedné kamery [20]

### 4.2.2 Rozdělení kamer podle zpracování obrazu

- **Analogové kamery** (kamery s analogovým video-výstupem)

Analogové kamery jsou stále nejpoužívanějšími kamerami v různých aplikacích vzhledem k jejich přijatelné ceně, jednoduché instalaci a neustálým doplňováním a modernizováním komponentů.

**Principem funkce** analogových kamer je převod obrazové informace ze snímače do analogové formy ve standardu PAL, kterým je omezeno rozlišení snímku. Signál je dále veden koaxiálním kabelem do záznamového zařízení, tzv. digitálního videorekordéru (DVR). Signál každé z kamer musí být přenášen nezávislým vedením.

**Snímání obrazu** probíhá ve dvou cyklech, nejdříve liché, potom sudé řádky. Mezi jednotlivým snímáním existuje časový posun, což u pohyblivého obrazu způsobuje, že detaily jsou rozmazané. Zkreslení obrazu je zapříčiněno převodem digitálního signálu na analogový ze snímacího čipu kamery. Jejich nevýhodou oproti digitálním kamerám je zhoršení kvality obrazu při přenosu na dlouhé vzdálenosti.

Analogové kamery jsou konstruovány tak, aby jejich výstup (obraz) mohl být zaznamenáván na **DVR**, nebo přímo sledován na **televizních monitorech**. Obraz z kamer je rovněž možné sledovat jako tzv. **vzdálený přístup** skrz veřejnou síť (nejčastěji internet) pomocí klienta **VPN** (Virtual Private Network), což je bezpečné (šifrované a autentizované) a přitom pro uživatele zcela transparentní spojení mezi dvěma a více sítěmi.

- **Digitální kamery (IP kamery)**

Digitální (IP – Internet Protocol) kamery se začínají stále více prosazovat v souvislosti s technickým pokrokem zejména v oblasti přenosových sítí a v oblasti digitalizace videosignálu. Tyto kamery umožňují sledování obrazu po datové síti, tzn. že sledování obrazu určené kamery je možné prakticky kdekoliv, kde je k dispozici připojení na internet.

**Principem funkce** IP kamer je převod snímaného obrazu ze senzoru do digitální podoby a připojení kamery do sítě pomocí web serveru. Každá kamera v síti má svoji IP adresu, pomocí které je viditelná z internetu.

IP kamery jsou plně digitální, proto jejich **rozlišení není nijak omezeno**. Kvalita obrazu je dána počtem snímků odeslaných za sekundu a rozlišením těchto snímků.

IP systémy ukládají záznam obdobným způsobem jako u analogových zařízení na síťová záznamová zařízení **NVR** (Network Video Recorder).

Výhodami těchto kamer je vysoké rozlišení (MPix), snadná rozšiřitelnost systému, součinnost s dalšími systémy v objektu, možnost bezdrátového přenosu dat a hlavně přenos na velké vzdálenosti bez degradování signálu.

### 4.2.3 Rozdělení kamer podle konstrukčního provedení

#### Standardní kamery

Tyto kamery mají většinou tělo krabicového tvaru. Přední strana kamery je určena pro upevnění objektivu, který je volen podle charakteristiky prostředí, v němž bude kamera instalována. Zadní strana bývá osazena připojovacími konektory pro přenos videosignálu, napájecím konektorem, konfiguračním spínačem, popř. alarmovými vstupy a výstupy. Jejich výhodou je schopnost přizpůsobit se libovolným podmínkám. Standardní kamery jsou bez jakýchkoli ošetření proti vnějším vlivům určeny do vnitřních prostorů. Pro použití do venkovních prostředí je nutné umístění kamery do venkovního krytu s vlastním vyhříváním.



Obr. 26 Standardní kamera [21]

#### Kompaktní kamery

Kompaktní kamery bývají dodávány jako komplet v zatěsněném provedení s objektivem a držákem kamery. Jejich parametry jsou neměnné již z výroby a proto je potřeba při jejich výběru zohlednit prostředí a způsob využití, popř. možnost IR přísvitů. Pro využití ve venkovních prostředích je zapotřebí použití venkovního krytu s vyhříváním.



Obr. 27 Kompaktní kamera [21]

## Dome kamery

Dome kamery nebo také stropní kamery jsou kompaktní kamery umístěné v kupolovitém krytu určené pro montáž na strop či stěnu. Kryty kamer jsou vyráběny v klasickém provedení nebo se zesílenou konstrukcí v tzv. antivandal provedení. Používají se především v zabezpečovacích aplikacích, vzhledem k jejich nenápadnému vzhledu a rovněž proto, že na první pohled není zřejmé, kterým směrem je kamera namířena.



*Obr. 28 Dome kamera [22]*

## PTZ otočné kamery

PTZ (Pan Tilt Zoom) kamery ozn. rovněž Speed Dome kamery jsou nejuniverzálnějšími kamerami ze sortimentu kamerových systémů CCTV. Umožňují pohyb doprava a doleva o 360°, pohyb nahoru a dolů (i pohled přímo pod kameru) a zoom k přiblížení nebo oddálení sledovaného objektu až 36x. Pohyb kamery je ovládán uživatelem pomocí ovládací klávesnice nebo softwarem kamery, který prostřednictvím tzv. uložených prepozic automaticky natáčí a sleduje přednastavené zájmové oblasti. Tyto kamery se vyrábějí v provedení jak pro venkovní, tak i pro vnitřní prostředí.



*Obr. 29 PTZ otočná kamera s ovládáním [22]*

## **Deskové kamery**

Deskové kamery jsou kamery určené k zabudování do různých zařízení. Používají se v průmyslu jako kontrola výrobních procesů, popř. své využití nacházejí pro skrytou montáž vzhledem k malým rozměrům těchto kamer.



*Obr. 30 Desková kamera [22]*

## **Bezdrátové kamery**

Bezdrátové kamery se používají v místech problematického tažení kabelu, nebo tam kde je potřeba měnit její umístění. Tyto kamery jsou vybaveny modulem pro přenos videosignálu pomocí Wi-Fi technologie na veřejně povolené frekvenci 2,4 GHz, nebo je signál přenášen v pásmu GSM pro zasílání dat na počítač nebo mobilní telefon. Jejich výhodou je nepotřeba kabeláže, ale na druhou stranu zde hrozí nebezpečí rušení signálu a taky omezený dosah. Proto jsou spíše vhodné pro provoz v malých objektech. Pro přenos na větší vzdálenosti se používá přenosové zařízení s externí anténou.



*Obr. 31 Bezdrátová kamera [21]*

## Skryté kamery

Skryté kamery jsou miniaturní maskované kamery, které jsou zabudované v určitých komponentech jako jsou např. dveřní kukátka, pera, knoflíky, brýle, šrouby, pohybové PIR detektory, atd. Nejčastější využití nacházejí v kancelářích, obchodech, vstupech do objektu nebo chodbách.



*Obr. 32 Skrytá kamera v maketě PIR čidla [23]*

## 4.3 Základní parametry bezpečnostních kamer

Snímací schopnost kamery je dána třemi nejdůležitějšími parametry, kterými jsou rozlišení kamery, použitý snímací čip a světelná citlivost kamery.

### Rozlišení

Rozlišení kamery je základní parametr udávající rozlišovací schopnost snímacího čipu. Je to v podstatě počet bodů, které je schopen zobrazit. Obvykle se udává v TV řádcích. Zde platí, že čím větší je rozlišení, tím větší je kvalita detailů. U analogových kamer je rozlišení omezeno formátem PAL (704 x 576 obrazovkových bodů). IP kamery jsou plně digitální, tzn. že jejich rozlišení je omezeno pouze prvky použité technologie. Zde všeobecně platí, že rozlišení na zobrazovacím monitoru, které nakonec uvidíme je dáno nejslabším článkem zobrazovacího zařízení.

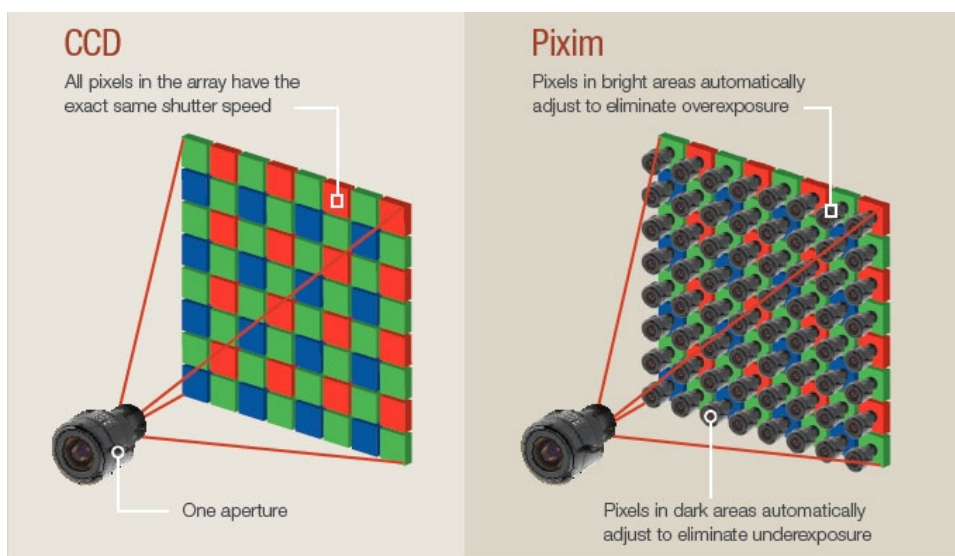
- **Standardní rozlišení** – kamery se standardním rozlišením se používají většinou tam, kde není potřeba snímat detaily a neuvažuje se o dalším zpracování. U černobílých kamer je standardní rozlišení při cca 400 TV řádcích a u barevných kamer při cca 330 TV řádcích.
- **Vysoké rozlišení** – kamery s vysokým rozlišením se využívají v místech s vysokými nároky na kvalitu obrazu (snímání detailů, obličejů, SPZ). Zde se předpokládá další zpracování obrazu. U černobílých kamer je bráno vysoké rozlišení při 570 až 600 TV řádcích a u barevných kamer při cca 470 TV řádcích.

## Snímací čip

Snímací čip kamery je polovodičový prvek citlivý na světlo určený ke snímání obrazu. Snímací čip obsahuje světlocitlivé body (pixely). Rozlišení kamer závisí na počtu těchto světlocitlivých buněk, jejich velikostí a velikosti snímacího čipu, které jsou vyráběny standardně v rozměrech 1/2", 1/3" a 1/4".

Existují především dva typy snímačů: **CCD** (Charged Coupled Device) a **CMOS** (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Jejich zásadní rozdíl je ve způsobu čtení buněk. Zatímco u CCD snímačů jsou buňky čteny postupně přes registr, CMOS senzor čte buňky principem adresace. U kamer jsou stále upřednostňovány CCD snímače, pro větší světelnou citlivost a tedy i větší kvalitu obrazu při zhoršených světelných podmínkách.

V současné době je u snímacích čipů především využívána technologie **Pixim**, která poskytuje vysoce kvalitní obraz se zvětšeným dynamickým rozsahem. Principem této technologie je použití digitálního převodníku na každý samostatný pixel obrazovkového snímače, čímž je dosaženo nezávislého zpracování.



Obr. 33 Technologie Pixim u snímacích čipů [24]



## Světelná citlivost

Světelná citlivost kamery udává, za jakých minimálních světelných podmínek je schopen čip kamery snímat obraz. Tento parametr je udáván v luxech (lx) při definované osvětlenosti objektu. Přísvit kamerového systému může být realizován buď ve viditelném spektru nebo pomocí „neviditelného“ infračerveného (IR) zářiče.

### Citlivost kamer ve viditelném spektru:

- **Standardní citlivost** – pro běžné aplikace za denního světla, nebo při dostatečné intenzitě umělého osvětlení. U černobílých kamer je minimální standardní citlivost 0,1 lx a u barevných kamer cca 1 lx.
- **Vysoká citlivost** – pro snímání za šera, v noci za umělého osvětlení, za měsíčního svitu apod. U černobílých kamer s vysokou citlivostí je hodnota minimální citlivosti až 0,001 lx a u barevných kamer cca 0,01 lx.

Nutno si uvědomit, že výše uvedené hodnoty citlivostí jsou minimálními hodnotami osvětleností, při kterých je čip kamery schopen reagovat (snímat obraz). Za těchto podmínek by jen stěží bylo možné rozeznat obraz z kamery. Optimálními hodnotami osvětleností pro správnou funkci kamer bývá pro barevné snímání  $E = 15 \text{ lx}$  a černobílé snímání  $E = 10 \text{ lx}$ .

### Citlivost kamer s IR přísvitem:

Viditelné světlo se nachází zhruba v rozmezí vlnových délek  $\lambda = 380 \div 780 \text{ nm}$ . V oblasti delších vlnových délek sousedí s viditelným světlem infračervené záření (IR), které je vhodným doplňkem kamery při snímání za extrémně slabého osvětlení. Zdrojem infračerveného světla, které je pro lidské oko neviditelné, jsou diody zpravidla už zabudované v pouzdru kamery, popř. jsou vyráběny jako externí zdroj IR záření. Kamery vybavené IR přísvitkem mají citlivost 0 lx a jsou tedy schopné snímat i za úplné tmy. Dosah kamery je však omezen dosvitkem IR diod podle kvality a typu těchto diod (až 80 m). IR přísvit je vhodný pro všechny černobílé kamery, vzhledem k jejich lepší citlivosti. Barevné kamery jsou na infračervené světlo téměř necitlivé, u nichž navíc toto světlo způsobuje zkreslení podání barev. Výhodou kamer s IR přísvitkem je monitorování osoby při narušení střeženého objektu, aniž by o tom patřičná osoba tušila.

## **4.4 Doplnkové funkce analogových kamer**

Téměř všechny analogové kamery jsou vybaveny digitálním procesorem, který poskytuje další doplňkové funkce pro dosažení optimální kvality obrazu z kamer. Kamery mohou obsahovat různý počet těchto funkcí vycházejících z požadavků na příslušný kamerový systém. Jedná se zejména o tyto funkce:

### **Elektronické závěrky (shutter)**

Tato funkce umožňuje regulaci množství akumulovaného náboje na CCD snímacím čipu podle intenzity osvětlení. Tím je umožněno použití levnějšího objektivu se clonou nastavitelnou ručně, popř. bez clony v omezeném rozsahu změn světelných podmínek. Mezi standardní funkce kamer patří zejména systém ESC (Electronic Shutter Control).

### **Kompenzace protisvětla (BLC)**

Funkce BLC (Back Light Compensation) slouží k eliminaci protisvětla. Tento elektronický obvod částečně vylučuje důsledky špatného umístění kamery v jejímž zorném poli se nachází silný zdroj světla (např. reflektory automobilu). Umožňuje tedy rozlišit detaily i v tmavé části obrazu. Principem funkce je zvýšení kontrastu (a tím i rozlišení) zájmového objektu v poli, pro které je funkce BLC zapnutá na úkor přesvětlení nedůležitého pozadí.

### **WDR (široký dynamický rozsah)**

Funkce WDR (Wide Dynamic Range) je pokročilejší funkcí kompenzace protisvětla. Umožňuje snímat světelně náročné, kontrastní scény, tj. scény s velkým rozdílem mezi nejsvětlejším a nejtmavším místem obrazu. Oproti funkce BLC, která upřednostňuje tmavé zájmové oblasti na úkor světlých částí se odlišuje tím, že kamery s širokým dynamickým rozsahem umí dobře „prokreslit“ jak tmavé, tak i světlé části obrazu.

WDR vypnuto



WDR zapnuto



Obr. 34 Funkce WDR [25]

### Automatické řízení citlivosti při nízkých úrovních osvětlení (DNR, AGC)

Funkce DNR (Digital Noise Reduction) slouží k potlačení šumu. Šum nebo také „zrnění“ se vyskytuje v obraze při špatném osvětlení nebo za tmy. K jeho odstranění z obrazového záznamu se používá redukční filtr a tím je umožněno získat kvalitnější a čitelnější záznam.

DNR vypnuto



DNR zapnuto



Obr. 35 Funkce DNR [25]

Funkce AGC (Automatic Gain Control) udržuje konstantní úroveň výstupního signálu. Elektronický obvod automaticky zvětšuje zesílení a tím i citlivost kamery. Zlepšuje tak poměr signál / šum. Obraz je pak méně zrnitý, ale na druhou stranu je i jasnější a proto méně přirozený.

## Funkce DEN / NOC

Tato funkce pomáhá kameře přizpůsobit se nepříznivému světlu. Jak je už známo, citlivost kamer v černobílém režimu je vyšší oproti barevným kamerám. V případě použití barevných kamer jsou tedy tyto kamery přepínány za nižší intenzity světla do černobílého režimu. Přepínání režimů je řízeno vestavěným světlocitlivým senzorem.

DEN (barevný režim)



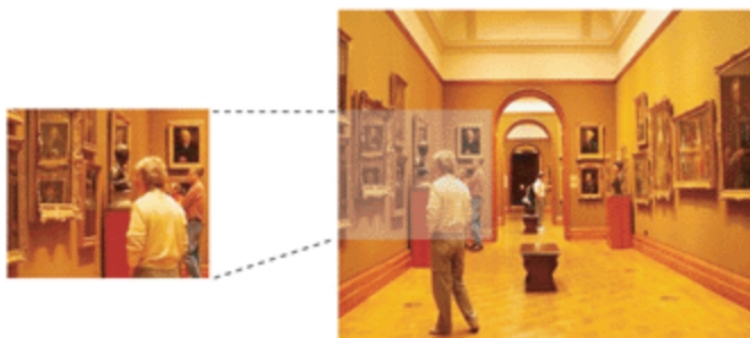
NOC (černobílý režim)



Obr. 36 Funkce DEN / NOC [25]

## Detekce pohybu (VMD)

Funkce VMD (Video Motion Detection) zjišťuje výskyt pohybu v obraze. Principem funkce je umístění detekčních polí do obrazu. Při zachycení pohybu v tomto poli dojde ke změně pozadí na snímku a k předem nastavené akci jako je např. spuštění alarmu, zapnutí záznamového zařízení apod.



Obr. 37 Funkce detekce pohybu [20]

## **Digitální stabilizace obrazu (DIS)**

Funkce digitální nebo-li elektronická stabilizace obrazu (Digital Image Stabilization) slouží k potlačení roztřeseného obrazu. Principiálně tato funkce zvyšuje citlivost snímáče ve spolupráci s kratším expozičním časem. Zabraňuje tak případné neostrosti snímku zapříčiněnou třesotou kamery, který může být způsoben např. venkovním větrem nebo zacházením se zařízením.



*Obr. 38 Funkce digitální stabilizace obrazu [26]*

## **Nastavení vyrovnaní bílé**

Nastavení vyrovnaní bílé se používá jako standardní funkce u barevných kamer. Tato funkce kontroluje snímáný obraz a automaticky jej přizpůsobuje barevné teplotě zdroje světla v zorném poli kamery.

## **Maskování privátních zón**

Funkcí maskování privátních zón jsou vybaveny některé kamerové systémy, aby jimi nebylo porušováno soukromí osob. K dispozici bývá různý počet masek (včetně možnosti nastavení jejich velikosti a umístění), které překryjí „citlivá“ místa obrazu a tyto místa tak zůstanou pro udržení soukromí nezobrazována.



*Obr. 39 Funkce maskování privátních zón [20]*

### Důležité funkce bezpečnostních kamer ve venkovních rozvodnách

Bezpečnostní kamery instalované ve venkovních prostorech elektrických stanic PS jsou standardně vybaveny téměř všemi z výše uvedených doplňkových funkcí analogových kamer. Nejdůležitějšími funkcemi pro problematiku bezpečnosti a zabezpečení venkovních rozvodů jsou pak především tyto:

- funkce širokého dynamického rozsahu **WDR** pro kompenzaci protisvětla umožňující snímat světelně náročné kontrastní scény,
- funkce **DEN / NOC** pro přepínání mezi barevným a černobílým režimem kamery při změně intenzity osvětlení,
- funkce digitální stabilizace obrazu **DIS** k potlačení roztřeseného snímku kamery způsobené např. venkovním větrem,
- funkce detekce pohybu **VMD** k zachycení pohybu v zorném poli kamery.

## 4.5 Bezpečnostní kamerové systémy v rozvodnách

V dálkově ovládaných rozvodnách je instalován a provozován kamerový systém **TSFO** (technický systém fyzické ochrany). Tento systém fyzické ochrany, tvořený technickým a organizačním opatřením, slouží k zabránění neoprávněnému nakládání s majetkem (neoprávněné užívání, poškození, zničení nebo zcizení majetku) a k zajištění bezpečnosti osob.

Na ochraně objektů se podílí především čtyři druhy ochrany. Patří zde klasická ochrana (mechanické zábrany), režimová ochrana (pravidla pro vstup, výstup a pohyb osob po objektu), fyzická ochrana (strážníci, hlídači) a **technická ochrana**, z nichž poslední zmiňovaná ochrana je nejhůře překonatelná a lze ji považovat za nejspolehlivější. Její hlavní výhodou je rychlost reakce systému.

**Technickou ochranu** objektů zajišťují **elektronické zabezpečovací systémy EZS** (opticky a akusticky signalizují nedovolený vstup), **systémy kontroly vstupů** (přístup pouze oprávněným osobám), **kamerové systémy CCTV** a **elektrická požární signalizace EPS** sloužící pro prvotní rozpoznání příznaku požáru a jeho ohlášení.

V rozvodných stanicích je používán **analogový CCTV kamerový systém**. Obraz z kamer je zaznamenáván na záznamové zařízení DVR, nebo přímo sledován na televizních monitorech, popř. mohou oprávněné osoby sledovat obraz z kamer přes internetovou síť pomocí VPN klienta. Kamerové osvětlení, které je nedílnou součástí kamerového systému je blíže specifikováno v kapitole 2.

#### 4.5.1 Kamera Pelco Spectra IV instalovaná ve venkovních rozvodnách

Pro bezpečnostní kamerové systémy jsou využívány kamery nepřeberného množství značek, z nichž pro sledování průmyslových objektů jsou nejznámějšími např. Panasonic, Pelco, JVC, SONY, atd. V zrekonstruovaných nebo nově vybudovaných venkovních rozvodnách jsou v současné době instalovány kamery značky Pelco.

Značka Pelco patří do portfolia společnosti Schneider Electric od roku 2008. Pelco je přední světovou značkou v oblasti návrhu, vývoje, výroby, inovací technologií CCTV kamerových systémů a jejich příslušenství.

##### **Pelco Spectra IV**

Série dome (kopulových) kamer Spectra je vhodná pro jakékoli prostředí díky kombinaci modulární flexibility, spolehlivosti a výkonu. Řada dome kamer začíná od nejmenší Spectra Mini až po nejvyspělejší model Spectra IV 36X SE.

Model Spectra IV SE se skládá ze tří částí: **základny**, **řídící jednotky** a **spodní kopule**, které lze dodatečně zaměňovat s komponenty Spectra IV SE jiných parametrů. Tento model obsahuje i několik doplňujících programových prostředků pro větší komfort. Jedná se např. o funkci **plánovacích hodin** s možností nastavení předvoleb, **ochranu heslem** proti manipulaci neoprávněné osoby, funkci nastavení **privátní zóny**, nebo **on-screen kompas** a **zobrazení naklápění**.



*Obr. 40 Závěsný model kamery Pelco Spectra IV SE [27]*

### Vlastnosti kamery Pelco Spectra IV SE:

- optika s vysokým rozlišením a autofocusem,
- Den/Noc, 540 TVL, 128X široký dynamický rozsah (WDR), detekce pohybu, zesílení obrazu a elektronická stabilizace obrazu (Řada SD435),
- privátní zóny,
- překryvná vrstva pro název kamery, 20 uživatelem definovatelných znaků,
- horizontální a zónové zakrývání,
- kompas na obrazovce a zobrazení naklápění,
- ochrana heslem,
- zastavení obrazu během předvoleb,
- integrovaná přepěťová a omezená blesková ochrana,
- technologie Sure Focus. [28]

Tab. 11 Technické specifikace optické části kamery Pelco Spectra IV 35X SE [28]

DEN/NOC (35X)	
Formát signálu	PAL
Snímací soustava	2:1 Prokládaná
Obrazový snímač Efektivní pixely PAL	1/4-palcový EXview HAD 752 (H) X 582 (V)
Horizontální rozlišení PAL	> 540 TV řádek
Objektiv	f/1,4 (ohnisková vzdálenost, 3,4~119 mm)
Zoom	35X optický, 12X digitální
Rychlost zoomu (optický rozsah)	3,2/4,6/6,6 vteřin
Zaostřování	Automatické s možností manuálního
Maximální citlivost při 35 PAL/CCIR	0,45 lx při 1/50s ( <b>barevná</b> ) 0,015 lx při 1/1,5s ( <b>barevná</b> ) 0,00015 lx při 1/1,5s ( <b>černobílá</b> )
Vyvážení bílé	Automatické s možností manuálního
Ovládání clony	Automatické s možností manuální
Regulace zesílení	Automatická/Vypnuto
Odstup signál-šum videa	> 50 dB
Široký dynamický rozsah	128X
Elektronická stabilizace	Integrovaná/Nastavitelná
Vylepšení obrazu	Integrované/Nastavitelné



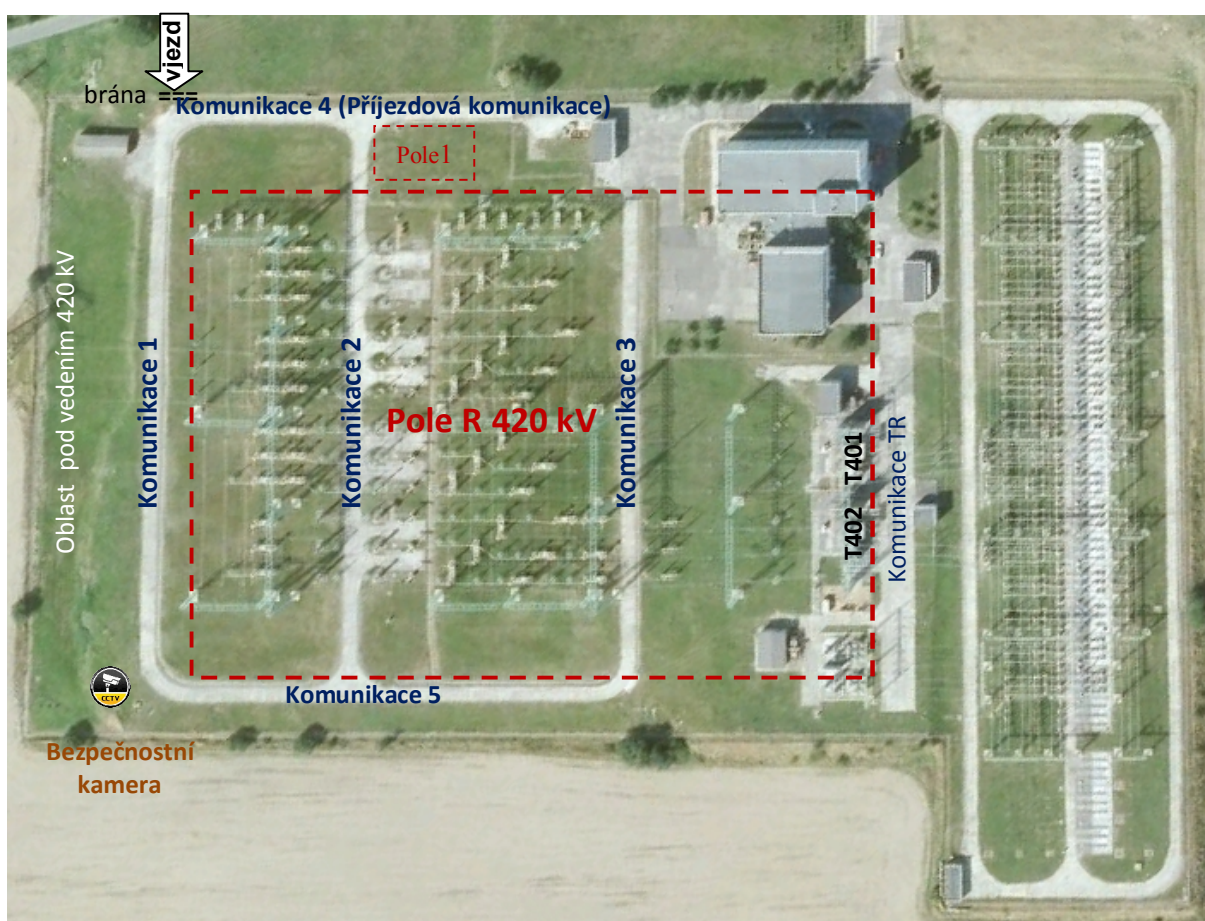
## 5 Světelně-technické výpočty ve venkovních rozvodnách

Světelně-technické výpočty osvětlení venkovní rozvodny Horní Životice jsou realizovány v programu Wils 6.4 pro výpočet umělého osvětlení a v programu LMK LabSoft pro jasovou analýzu.

### 5.1 Návrh osvětlení rozvodny

Návrh umělého osvětlení rozvodny v programu Wils zahrnuje výpočty v tomto rozsahu:

- hlídací osvětlení (horizontální i kamerové osvětlenosti),
- osvětlení komunikací (vnitřní komunikace a vjezdová brána),
- provozní osvětlení – rozvodna,
- provozní osvětlení – transformátory,
- celkové osvětlení elektrické stanice,
- stanovení světelného toku jdoucího do horního poloprostoru.



Obr. 41 Zakreslení výpočetních oblastí rozvodny Horní Životice

### 5.1.1 Hlídací osvětlení

- Kompletní výpočet viz **Příloha IV – Návrh hlídacího osvětlení**
- Nastavené parametry osvětlovací soustavy:

**Udržovací činitel Z:** 0,7

**Použité svítidlo:**

**Vyrtych Březno**

Typ: 1VV-50S-DINGO eliptická výbojka

Krytí: IP 54

Zdroj: NAV-E 50/E E27, VIALOX: 50 W, 3500 lm, 12000 h

**Počet svítidel:** 18 ks (oblast pod vedením 420 kV – 9 ks)

**Závěsná výška svítidel:** 4 m

Tab. 12 Vypočtené parametry hlídacího osvětlení

Oblast výpočtu	Horizontální osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Rovnoměrnost osvětlení $U_0$ [-]	Činitel oslnění GR [-]	Kamerová osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	ULR [%]
Pod 420 kV	6,7	0,34	30,8	3,1	0
Komunikace 5	Viz Provozní osvětlení R420 kV a osvětlení komunikací				

### 5.1.2 Osvětlení příjezdové komunikace

- Kompletní výpočet viz **Příloha V – Návrh osvětlení příjezdové komunikace**
- Nastavené parametry osvětlovací soustavy:

**Udržovací činitel Z:** 0,7

**Použité svítidlo I:**

**Vyrtych Březno**

Typ: 1VV-50S-DINGO eliptická výbojka

Krytí: IP 54

Zdroj: NAV-E 50/E, E27, VIALOX: 50 W, 3500 lm, 12000 h

**Počet svítidel:** 1 ks

**Závěsná výška svítidel:** 4 m

<b>Použité svítidlo II:</b>	<b>INDAL – Indalux</b>
	Typ: IVA1 – MT
	Zdroj: LU100/T, E40, LUCALOX: 100 W, 9600 lm, 28500 h
Počet svítidel:	5 ks
Závěsná výška svítidel:	8 m

Tab. 13 Vypočtené parametry osvětlení příjezdové komunikace

Oblast výpočtu	Horizontální Osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Rovnoměrnost osvětlení $U_0$ [-]	Činitel oslnění GR [-]	ULR [%]
<b>Komunikace 4</b>	14,9	0,46	30,4	0

### 5.1.3 Provozní osvětlení R 420 kV a osvětlení vnitřních komunikací

- Kompletní výpočet viz **Příloha VI – Návrh osvětlení R 420 kV + vnitřní komunikace**
- Nastavené parametry osvětlovací soustavy:

**Udržovací činitel Z:** 0,7

**Použité svítidlo I:** **Vyrtych Březno**  
Typ: 1VV-50S-DINGO eliptická výbojka  
Krytí: IP 54  
Zdroj: NAV-E 50/E, E27, VIALOX: 50 W, 3500 lm, 12000 h

Počet svítidel: 9 ks

Závěsná výška svítidel: 4 m

**Použité svítidlo II:** **INDAL – Indalux**  
Typ: Mario, IZR6 - SD  
Zdroj: NAV-T 600, E40, VIALOX: 600 W, 90000 lm, 8000 h

Počet svítidel: 39 ks

Závěsná výška svítidel: 24,5 m a 14,5 m

**Použité svítidlo III:** **INDAL – Indalux**  
Typ: IZX - D  
Zdroj: NAV-T 400, E40, VIALOX: 400 W, 55000 lm, 8000 h

Počet svítidel: 3 ks

Závěsná výška svítidel: 14,5 m

Tab. 14 Vypočtené parametry osvětlení R 420 kV a vnitřních komunikací

Oblast výpočtu	Horizontální Osvětlenost Ē <sub>m</sub> [lx]	Rovnoměrnost osvětlení U <sub>0</sub> [-]	Činitel oslnění GR [-]	Kamerová Osvětlenost Ē <sub>m</sub> [lx]	ULR [%]
Pole 1	15,9	0,59	24,7	-	2,2
Pole R 420 kV	51,8	0,42	36,3	-	
Komunikace 1	16,2	0,48	32,9	-	
Komunikace 2	49,7	0,54	33,4	-	
Komunikace 3	24,8	0,48	31,2	-	
Komunikace 4	Viz Osvětlení příjezdové komunikace				
Komunikace 5	26,4	0,73	31,3	16,2	

#### 5.1.4 Provozní osvětlení transformátorů

- Kompletní výpočet viz **Příloha VII – Návrh osvětlení stanoviště transformátorů**
- Nastavené parametry osvětlovací soustavy:

**Udržovací činitel Z:** 0,7

**Použité svítidlo:** **Elektro-Lumen Hranice**

Typ: IZX – D 400He

Krytí: IP 65

Zdroj: HQI-E 400/N, E40, 400 W, 40000 lm, 12000 h

Počet svítidel: 8 ks (jeden transformátor 4 ks)

Závěsná výška svítidel: 8 m

Tab. 15 Vypočtené parametry osvětlení stanoviště transformátorů

Oblast výpočtu	Horizontální osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Vertikální osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Rovnoměrnost osvětlení $U_0$ [-]	Činitel oslnění GR [-]	ULR [%]
<b>Oblast 1</b>	110,5	-	0,17	21,3	4,9
<b>Oblast 2 (X+)</b>	-	126,8	0,77	24,2	
<b>Oblast 3 (X-)</b>	-	124,3	0,78	24,5	
<b>Oblast 4 (Y+)</b>	-	18,4	0,23	21,9	
<b>Oblast 4 (Y-)</b>	-	14	0,68	23,9	

### 5.1.5 Osvětlení komunikace u transformátorů

- Kompletní výpočet viz **Příloha VIII – Návrh osvětlení komunikace u transformátorů**
- Nastavené parametry osvětlovací soustavy:

**Udržovací činitel Z:** 0,7

**Použité svítidlo I:** **Elektro-Lumen Hranice**

Typ: IVH 150St

Krytí: IP 54

Zdroj: LU150/T, E40, LUCALOX: 150 W, 15000 lm, 28500 h

Počet svítidel: 2 ks

Závěsná výška svítidel: 8 m

**Použité svítidlo II:** **Elektro-Lumen Hranice**

Typ: IVH 250St

Zdroj: LU250/T, E40, LUCALOX: 250 W, 27500 lm, 28500 h

Počet svítidel: 1 ks

Závěsná výška svítidel: 10 m

Tab. 16 Vypočtené parametry osvětlení komunikace u transformátorů

Oblast výpočtu	Horizontální Osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Rovnoměrnost osvětlení $U_0$ [-]	Činitel oslnění GR [-]	ULR [%]
<b>Komunikace TR</b>	15,2	0,58	29,2	7,1

### 5.1.6 Celkové osvětlení elektrické stanice a stanovení ULR

Celkové osvětlení venkovní rozvodny Horní Životice se skládá z dílčích výpočtů osvětlení jednotlivých oblastí rozvodny uvedených výše.

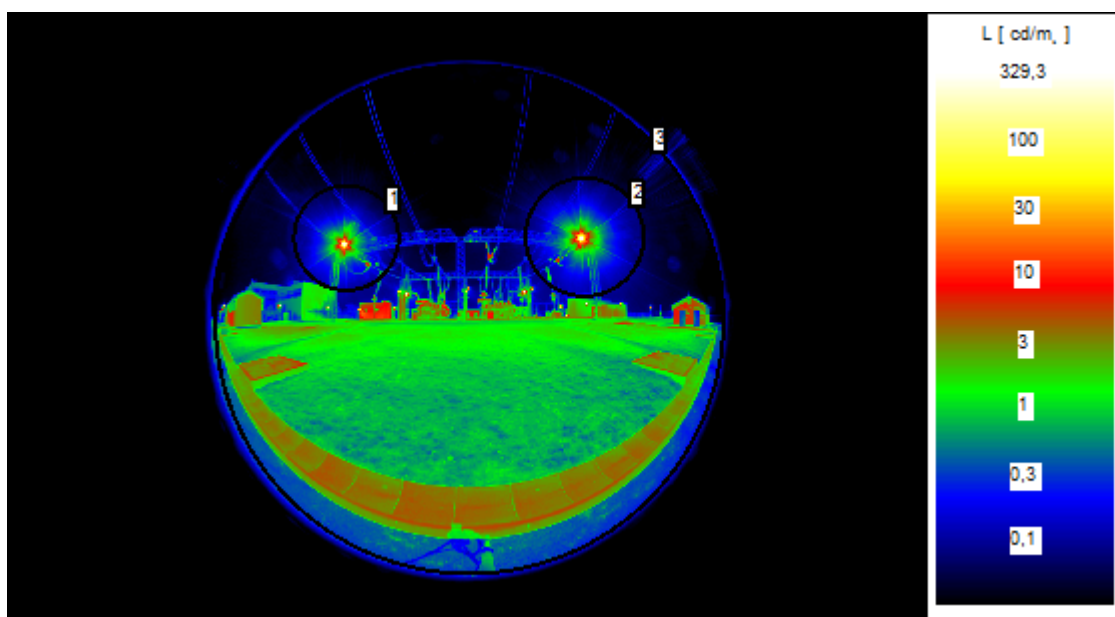
Oblast osvětlení	Název svítidel	Celkový světelný tok svítidel $\Phi$ [lx]	ULR [%]
Hlídací osvětlení pod vedením 420 kV	Vyrtych Březno 1VV-50S-DINGO	31500	0
Příjezdová komunikace	Vyrtych Březno 1VV-50S-DINGO INDAL – Indalux IVA1 – MT	51500	0
R 420 kV + vnitřní komunikace	Vyrtych Březno 1VV-50S-DINGO INDAL – Indalux Mario, IZR6 – SD INDAL – Indalux IZX - D	3706500	2,2
Transformátory	Elektro-Lumen Hranice IZX – D 400He	320000	4,9
Komunikace u transformátorů	Elektro-Lumen Hranice IVH 150St Elektro-Lumen Hranice IVH 250St	57500	7,1
<b>Celkem</b>		<b>4167000</b>	<b>2,43</b>

Celkový světelný tok vyprodukovaný všemi svítidly TR Horní Životice je podle výpočtu umělého osvětlení této venkovní rozvodny stanoven na hodnotu 4167000 lx. Vyhodnocením světelného toku jdoucího do horního poloprostoru z osvětlovacích soustav jednotlivých oblastí osvětlení rozvodny je stanoveno, že do horního poloprostoru se šíří 2,43 % přímé složky světelného toku všech svítidel rozvodné stanice. Tzn. že podle technické normy ČSN EN 12464 – 2 splňuje tato rozvodna podmínky environmentální zóny E2. Což je v souladu se stanovením environmentální zóny rozvodně Horní Životice (viz kapitola 3), které je přiřazena právě zóna E2 pro oblasti s nízkými jasy.

## 5.2 Výpočet činitele oslnění GR – jasová analýza

Výpočet činitele přímého oslnění svítidly osvětlovací soustavy v místě transformátorů venkovní rozvodny vychází z jasové analýzy v programu LMK LabSoft. K zajištění relevantních dat pro stanovení jasu pozadí je nutné použití digitálního fotoaparátu s širokoúhlým objektivem typu „kruhové rybí oko“. Regiony 1 a 2 je změřen závojevý jas způsobený svítidly osvětlovací soustavy. Regionem 3 je změřen jas okolí, který nezahrnuje jasy regionů 1a 2, či-li závojevé jasy svítidel (zajistí funkce XOR v programu LMK LabSoft).

První výpočet vychází pouze z naměřených hodnot jasové analýzy aplikovaných do vzorce na výpočet činitele oslnění GR podle technické normy ČSN EN 12464 – 2. Druhý výpočet vychází opět z jasové analýzy, kde je ovšem použita pouze hodnota okolí jasu svítidel (region 3). Hodnota závojevoého jasu svítidel způsobujících oslnění je vypočtena z naměřené hodnoty osvětlenosti v místě oka pozorovatele podle stejné normy.



Obr. 42 Jasová analýza pro výpočet činitele oslnění GR

Tab. 17 naměřené hodnoty jasové analýzy

Stat.No.	Parameter	Image	Region	Area	Min	Max	Mean	Disp
1	Std_Gr[1]	Luminance image	1	47030	0,04385	323,3	1,163	12,78
2	Std_Gr[1]	Luminance image	2	60130	0,04859	329,3	1,175	12,48
3	Std_Gr[1]	Luminance image	3	999700	0,02017	310,9	1,002	2,984

### 5.2.1 Výpočet přímého oslnění GR pouze z jasové analýzy

Obeční vzorec pro výpočet činitele oslnění GR:

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left( \frac{L_V}{L_{VE}^{0,9}} \right) [-]$$

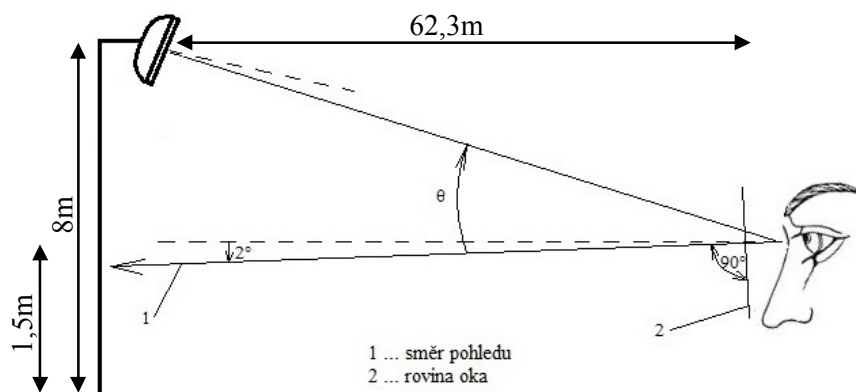
Výpočet celkového závojevoého jasu osvětlovací soustavy:

$$L_V = L_{V1} + L_{V2} = 1,163 + 1,175 = 2,338 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$$

**Výpočet činitele oslnění GR způsobeného osvětlovací soustavou:**

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left( \frac{1,163 + 1,175}{1,002^{0,9}} \right) = 35,8$$

### 5.2.2 Výpočet přímého oslnění GR z jasové analýzy a měření



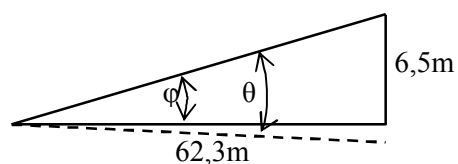
Obr. 43 Vyznačení délek pro výpočet oslnění

Výška svítidel: 8 m

Vzdálenost pozorovatele a svítidel: 62,3 m (zjištěno z Google Maps)

Výška oka pozorovatele (jasové kamery): 1,5 m

**Výpočet úhlu mezi směrem pohledu pozorovatele a směrem světla dopadajícího ze svítidel:**



Obr. 44 Výpočet úhlu směru pohledu

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{6,5}{62,3} \rightarrow \varphi = 6^\circ$$

$$\theta = \varphi + 2^\circ = 8^\circ$$

**Výpočet celkového závojevého jasu osvětlovací soustavy:**

$$L_V = 10 \cdot (E_{oka} \cdot \theta^{-2}) \text{ [cd} \cdot \text{m}^{-2}]$$



Naměřená osvětlenost v místě oka pozorovatele v rovině kolmé na směr pohledu:  $E_{oka} = 14 \text{ lx}$

$$L_V = 10 \cdot (14 \cdot 8^{-2}) = 2,19 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$$

**Výpočet činitele oslnění GR způsobeného osvětlovací soustavou:**

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left( \frac{L_V}{L_{VE}^{0,9}} \right) \quad [-]$$

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left( \frac{2,19}{1,002^{0,9}} \right) = 35,2$$

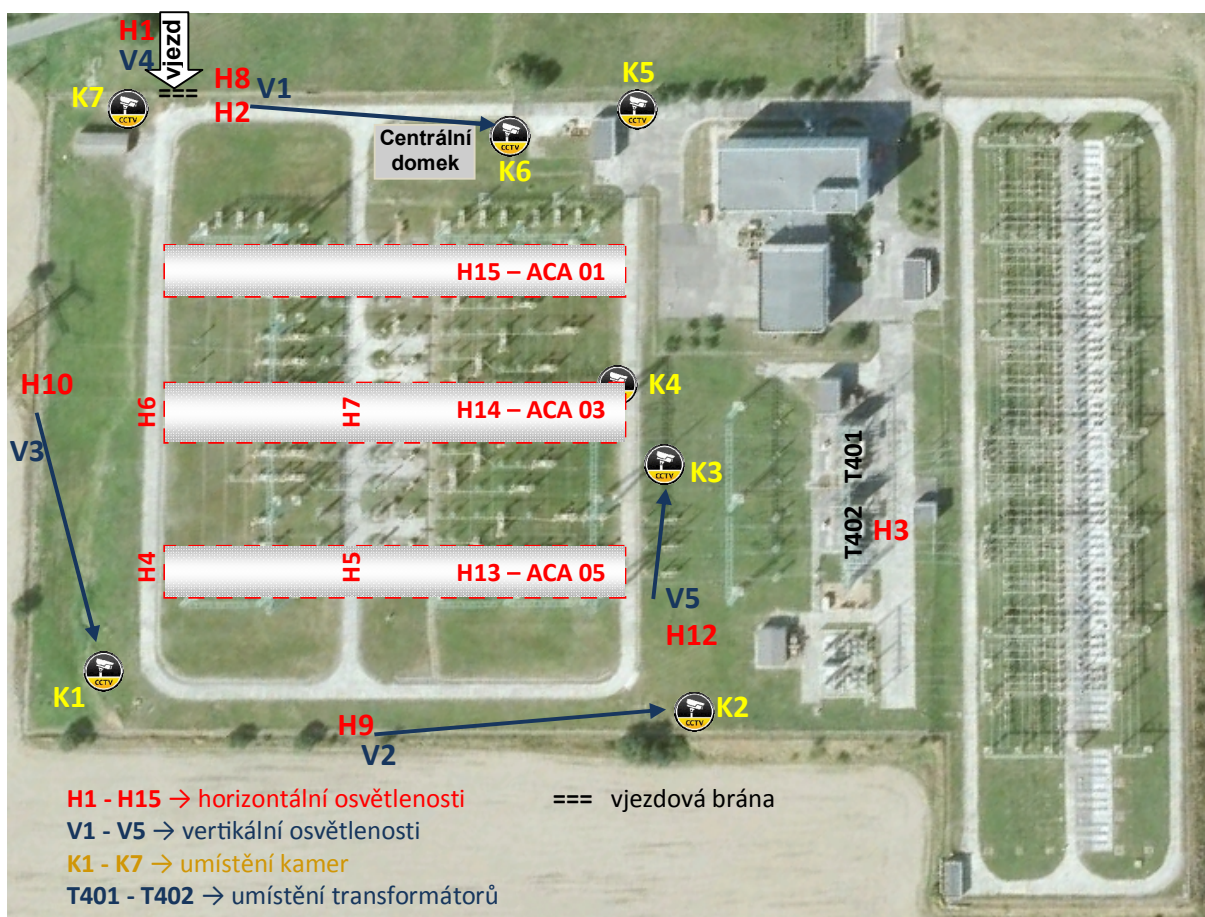
Výsledky obou výpočtů činitelů přímého oslnění GR v místě komunikace 3 způsobeného svítidly umístěných v oblasti transformátorů jsou velmi podobné. Z návrhu osvětlení TR Horní Životice v programu Wils je ve stejném místě zřakového úkolu jako při měření získána hodnota činitele oslnění  $GR = 32$ . Hodnoty výpočtů GR tedy odpovídají návrhu osvětlení rozvodny v daném místě a splňují požadavek maximální přípustné hodnoty činitele oslnění pro provozní osvětlení, který činí  $GR_L = 50$ .

## 6 Vyhodnocení měření reálné rozvodny

Vyhodnocení měření rozvodny Horní Životice ze dne 11. 10. 2012 vychází z naměřených a posléze zpracovaných hodnot uvedených v **Příloze III – Vyhodnocení měření TR Horní Životice**.

Z měření provedeného v této rozvodné stanici je vyhodnoceno:

- hlídací osvětlení (horizontální i kamerové osvětlenosti),
- osvětlení komunikací (vnitřní komunikace a vjezdová brána),
- provozní osvětlení – rozvodna,
- provozní osvětlení – transformátory,
- celkové osvětlení elektrické stanice.



Obr. 45 Zakreslení měřených oblastí a kamer rozvodny Horní Životice

Všechny naměřené hodnoty jsou porovnávány s hodnotami podle technických norem ČSN EN 12464 – 64 a ČEPS, a.s. TN/59/2010.

## **Hlídací osvětlení**

Průměrná horizontální i kamerová intenzita hlídacího osvětlení vyhovují požadavkům daných technických norem.

Rovnoměrnost hlídacího osvětlení, posuzována logicky pouze u horizontální osvětlenosti, vyhovuje pouze v oblasti mezi stožáry svítidel  $2/3$  až  $2/4$ . V dalších dvou měřených oblastech, tj. mezi svítidly  $1/18$  až  $1/19$  a  $1/7$  až  $1/8$  nesplňuje rovnoměrnost osvětlení požadavek normy na hodnotu  $0,4$ . Pokud by ovšem byly obě tyto oblasti posuzovány podle nižších nároků, podle kterých je minimální osvětlenost  $5 \text{ lx}$  a rovnoměrnost osvětlení  $0,25$ , pak by celá osvětlovací soustava splňovala požadavky norem na hlídací osvětlení.

## **Kamerové osvětlení – jasová analýza**

Pro vyhodnocení kamerového osvětlení pohledů vybraných bezpečnostních kamer byl pro všechna měření vybrán jeden a tentýž figurant, přičemž je volen nejkritičtější možný pohled kamery. Průměrný jas figuranta při pohledu kamery K1 směrem na severovýchod a severozápad se pohybuje kolem hodnoty  $0,2 \text{ cd/m}^2$ . U kamery K2 se směrem pohledu na jihozápad je průměrný jas figuranta o něco vyšší s hodnotou  $0,28 \text{ cd/m}^2$ . Vyšších jasů je naměřeno u příjezdové brány, kde z pohledu kamery K6 je průměrný jas figuranta  $0,84 \text{ cd/m}^2$ . Rozdílnosti naměřených jasů lze pozorovat z pohledu kamery K7, kde je brána otevřena nebo zavřena. Je-li vstupní brána zavřena, pak průměrný jas figuranta za branou vykazuje zhruba o  $25 \%$  nižší hodnotu. Je to dáno stíněním zavřené brány. Poslední měřenou kamerou je kamera K3 se směrem pohledu k transformátorům T 401 a T 402. V tomto případě už není měřen jas figuranta, ale celého transformátoru. Hodnoty průměrných jasů transformátorů jsou podstatně vyšší (okolo  $3,5 \text{ cd/m}^2$ ), než naměřené jasy figuranta možných pohledů kamer hlídacího osvětlení. Je to dáno především nároky na provozní osvětlení těchto objektů.

## **Osvětlení komunikací**

Horizontální osvětlenost komunikace v polích R 420 kV (oblast H5 a H7) a před transformátorem T 402 (oblast H3) je posuzována podle normy na osvětlení prostranství pro vozidla jedoucí maximální rychlostí  $10 \text{ km/h}$ . Udržovaná osvětlenost a rovnoměrnost osvětlení těchto komunikací splňují normativní požadavky.

Komunikace za poli R 420 kV (oblast H4 a H6) jsou zatříděny do cest vyhrazených pro pěší, na které se stahují nižší požadavky na osvětlenost a rovnoměrnost osvětlení a proto jsou oba tyto parametry osvětlení prokazatelně dodrženy.

Příjezdová komunikace, tj. komunikace před branou a k centrálnímu domku jsou hodnoceny stejně jako komunikace v polích a to pro pomalu jedoucí vozidla (max.10 km/h). U příjezdové komunikace k centrálnímu domku je osvětlenost i rovnoměrnost osvětlení prokazatelně dodržena, ale v oblasti před vstupní branou osvětlenosti ubývá směrem k veřejné komunikaci. To má za následek nedodržení rovnoměrnosti osvětlení. Tato rovnoměrnost ovšem nemá zásadní vliv na tuto komunikaci, poněvadž se až tak nedá hovořit o světlení komunikace, ale o osvětlení potenciálních příchozích a přijíždějících, které je zajištěno halogenovým reflektorem.

#### **Provozní osvětlení – rozvodna R 420 kV**

Na provozní osvětlení pracovních prostorů jsou kladeny vyšší nároky oproti výše uvedeným kategoriím osvětlení. Konkrétně požadavek na minimální hodnotu udržované horizontální osvětlenosti je 50 lx. Tento parametr byl dodržen v polích ACA 01 a ACA 03. V poli ACA 05 je tato osvětlenost nevyhovující spolu s rovnoměrností osvětlení, která je dodržena pouze v poli ACA 01.

#### **Provozní osvětlení – transformátory**

Horizontální osvětlenost a rovnoměrnost osvětlení transformátoru T 401 vyhovuje požadavkům norem na provozní osvětlení. Průměrná hodnota vertikální osvětlenosti tohoto transformátoru by rovněž splňovala nároky normy, ale strana transformátoru otočená ke komunikaci má nižší hodnoty vertikálních osvětleností, než požaduje norma. Proto lze vertikální osvětlenost T 401 považovat za nevyhovující.

Výsledek vyhodnocení osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení transformátoru T 402 je stejný jako u T 401. Je to dáno tím, že oba transformátory, nacházející se hned vedle sebe, jsou osvětleny soustavami stejných parametrů. Horizontální osvětlenost i rovnoměrnost osvětlení splňují normativní požadavky, jakož i průměrná hodnota vertikální osvětlenosti. Ovšem stejně jako u T 401 vertikální osvětlenost strany transformátoru otočené ke komunikaci nevyhovuje normě, proto je i celá vertikální osvětlenost T 402 nevyhovující.

Horizontální osvětlenost i rovnoměrnost osvětlení oblastí přípojníc terciárů transformátorů T 401 a T 402 jsou prokazatelně dodrženy. Avšak vertikální osvětlenosti některých dvířek rozvaděčů umístěných v těchto prostorech nevyhovují normě.

#### **Celkové osvětlení elektrické stanice**

Průměrný jas rozvodny a přilehlé komunikace je vyhodnocován pomocí jasového analyzátoru při zapnutém a vypnutém osvětlení všech svítidel stanice. Při zapnutí veškerých svítidel v areálu přenosové stanice je hodnota průměrného jasu rozvodny 1,61 cd/m<sup>2</sup> a přilehlé komunikace 0,04 cd/m<sup>2</sup>. V hodnotě průměrného jasu rozvodny jsou zahrnuty i jasy svítidel dosahující hodnot maxima 330,9 cd/m<sup>2</sup>. Je-li osvětlení rozvodny zcela vypnuto, pak hodnota průměrného jasu komunikace klesla na polovinu a jas rozvodny splynul s pozadím.

## **7 Doručení pro umíst'ování svítidel a kamer ve venkovních rozvodnách**

### **Hlídací osvětlení**

- Pro objektivní posouzení hlídacího osvětlení je vhodné provést posouzení pomocí nainstalovaných bezpečnostních kamer.
- Nejvyšší kvality záznamu kamery je dosaženo, jestliže světelný tok dopadá na osvětlovaný objekt z pohledu kamery. Doporučuje se tedy nasměrování svítidel takovým způsobem, aby dominantní část světelného toku svítidla vyzařovala ve směru snímání kamery.
- Pro hlídací osvětlení je účelné použití svítidel s vyzařovací charakteristikou obdobnou jako u osvětlení komunikací, z toho plyne i použití jednoho svítidla na jednom sloupu.
- Zvýšení rovnoměrnosti osvětlení v TR Horní Životice lze dosáhnout hned několika způsoby – zvýšením závěsné výšky svítidel, konkrétně tedy zvětšením velikostí sloupků, nebo zmenšením roztečí mezi těmito sloupky. Další možnou variantou je změna vyzařovacích charakteristik svítidel, popř. výměna svítidel. Nižší rovnoměrnost osvětlení lze z části vykompenzovat kamerou s vyšším dynamickým rozsahem.

### **Osvětlení komunikací**

- Osvětlení komunikací v TR Horní Životice je vyhodnoceno bez jakýchkoli nedostatků.
- Případné zvýšení rovnoměrnosti osvětlení komunikací rozvoden se provádí obdobným způsobem jako u hlídacího osvětlení. Nejefektivnějším způsobem je zvýšení závěsné výšky svítidel, nebo použití svítidel s širší vyzařovací charakteristikou.

### **Provozní osvětlení – rozvodna**

- Provozní osvětlení pole rozvodny je vhodné realizovat instalací asymetrických svítidel s vyšší závěsnou výškou. Využitím těchto svítidel je přispíváno k eliminaci světelného toku do horního poloprostoru.
- Pro zvýšení intenzity a rovnoměrnosti osvětlení v TR Horní Životice je nutné upravit polohu svítidel na portálech a omezit tak stínění světelného toku konstrukcí. Zlepšení rovnoměrnosti osvětlení lze zpravidla dosáhnout zvýšením závěsné výšky svítidel, tzn. umístit svítidla až nad portály.

### **Provozní osvětlení - transformátory**

- K osvětlení transformátorů ve venkovních rozvodnách je ideální použití asymetrických svítidel osazených světelným zdrojem s vysokým indexem podání barev, kterým se vyznačuje např. halogenidová výbojka. Tyto svítidla jednak omezují světlený tok šířící se do horního poloprostoru, ale i zvyšují vertikální osvětlenost pláště transformátoru a horizontální osvětlenost v jeho okolí.
- V TR Horní Životice lze lepší vertikální osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení docílit změnou umístění těchto asymetrických svítidel. Nevyhovující vertikální osvětlenosti dvířek rozvaděčů v oblasti terciárního vinutí je možné vyřešit lokálním přisvětlením nedostatečně osvětlených míst.

## 8 Závěr

Cílem diplomové práce je seznámení s problematikou osvětlování venkovních pracovních prostorů elektrických stanic PS. Na osvětlení venkovních rozvodů jsou kladeny vysoké požadavky pro jejich spolehlivost a hlavně bezpečnost. Základním předpokladem těchto aspektů je kvalitně navržená osvětlovací soustava ve spojitosti s kamerovým systémem.

Přínosem této práce je vlastní návrh na zařazení všech venkovních rozvodů 420 kV nacházejících se na území ČR do environmentálních zón z pohledu rušivého světla. Každá rozvodna byla klasifikována podle vzdáleností chráněných území, hvězdáren či observatoří mezinárodního významu a podle vzdálenosti a druhu přilehlé zástavby kategoricky rozdělených na obce a města s ohledem na počet obyvatel. Toto téma je velice diskutabilní, jelikož se jedná o relativně novou problematiku v ČR a zatím neexistuje vyhláška, která by upravovala zařizování do těchto zón. Avšak podle technické normy ČSN EN 12464 - 2 na osvětlení venkovních pracovních prostorů je potřeba brát zřetel na životní prostředí okolí zkoumaného objektu a navrhnout mu osvětlovací soustavu s parametry vhodnými pro dané prostředí. U venkovních rozvodů se hlavně jedná o omezení závoje jasů a zejména pak přímého vyzařování světelného toku ze svítidel těchto stanic do horního poloprostoru. V ČR se nachází 26 venkovních rozvodů 420 kV, z nichž podle návrhů této práce je 25 stanic zařazeno do zóny E2 a pouze jedné rozvodně je přiřazena zóna E3.

Praktická část diplomové práce se zabývá světelně-technickými výpočty a měřením s následným vyhodnocením venkovní rozvodny Horní Žitovice.

První část obsahuje světelně-technické výpočty návrhu umělého osvětlení jednotlivých oblastí rozvodny realizovaných v programu Wils. Z výpočtů navržené osvětlovací soustavy jsou získány hodnoty horizontálních, vertikálních či kamerových osvětleností a činitelů oslnění GR podle míst rozmístění zraťového úkolu. Vypočtené osvětlenosti jsou v porovnání s naměřenými hodnotami zpracovanými v Příloze III obdobné. Z výpočtů jednotlivých soustav osvětlení a celkového světelného toku svítidel rozvodny je stanoven světelný tok jdoucí přímo do horního poloprostoru na hodnotu 2,43 %. Hodnota ULR splňuje požadavky environmentální zóny E2 navržené této rozvodně v kapitole 3.

Druhá část se zabývá vyhodnocením měření stejné rozvodny. Většina vyhodnocovaných měření splňuje normou dané požadavky na osvětlení až na některé dílčí nedostatky, u nichž nejsou zcela dodrženy požadavky na osvětlení elektrických stanic stanovené normou ČEPS, a.s. TN/59/2010. Po jejich akceptování a úpravě nebudou mít tyto elementy vliv na zraťové úkoly vykonávané v prostorech rozvodny. Jednotlivá doporučení pro jejich zmírnění či odstranění jsou popsány v kapitole 7. K posuzování dostatečnosti osvětlení z hlediska TSFO jsou uvedeny jako podklady jasové mapy různých pohledů kamer.

Dalším přínosem diplomové práce je výpočet činitele oslnění GR způsobeného svítidly osvětlovací soustavy pomocí jasové analýzy. K potřebné jasové analýze byl vybrán snímek pořízený z komunikace 3 se směrem pohledu k transformátorům. Získané hodnoty závojových jasů svítidel a jejich okolí slouží k následné aplikaci do vzorce pro výpočet GR podle technické normy ČSN EN 12464 – 2. Činitel oslnění GR je vypočten dvěma způsoby lišící se ve způsobu zjištění závojového jasů svítidel. V prvním případě je závojový jas osvětlovací soustavy získán z jasové analýzy. Druhým způsobem je výpočet závojového jasů  $L_v$  z úhlu mezi směrem pohledu pozorovatele a směrem světla dopadajícího ze svítidel oslňující soustavy a z naměřené hodnoty osvětlenosti v místě oka pozorovatele. První metoda je poněkud diskutabilní, jelikož není stanoveno, do jaké míry nebo jakým způsobem vyznačit závojový jas vyhodnocované soustavy. Proto je vhodnější pro výpočet činitele oslnění použít druhou metodu vycházející z měření osvětlenosti v místě oka pozorovatele. Oba výsledky výpočtů GR jsou velmi podobné a v porovnání s činitelem oslnění stejného místa zřakového úhlu, zjištěného z návrhu umělého osvětlení rozvodny v programu Wils (viz Příloha VI), jsou výsledky obdobné.



## Použitá literatura:

- [1] Norma ČSN EN 12464 – 2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory.
- [2] SOKANSKÝ, K. a kolektiv: Racionalizace v osvětlování venkovních prostor. Ostrava: Česká společnost pro osvětlování, 2005.
- [3] WOLNY, D. : Rušivé vlivy venkovních osvětlovacích soustav, 2011. Bakalářská práce na Elektrotechnické fakultě VŠB – TU Ostrava na katedře elektroenergetiky. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.
- [4] SOKANSKÝ, K. a kolektiv: Dominantní vlivy ovlivňující spotřebu elektrické energie osvětlovacích soustav. Ostrava: Česká společnost pro osvětlování, 2007.
- [5] Svítidlo Indal - Vista IZL [online]. Dostupné z: <http://www.indal.cz/files/uploaded/IZL.pdf>
- [6] IVANOVÁ, K.: Posouzení bezpečnosti a ochrany objektu, 2011. Bakalářská práce na Univerzitě Tomáše Baťi ve Zlíně fakulty logistiky a krizového řízení. Vedoucí bakalářské práce doc. Dr. Rostislav Kozílek, CSc.
- [7] Svítidla Thorn [online].  
Dostupné z: [http://www.thornlighting.cz/cz/cs/products\\_electronic\\_catalogue\\_f.htm](http://www.thornlighting.cz/cz/cs/products_electronic_catalogue_f.htm)
- [8] ČEPS, a.s.: Technická norma – Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS, 2010.
- [9] SOKANSKÝ, K. a kolektiv: Osvětlování venkovních elektrických stanic, Světlo 2009 [online]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/38910.pdf>
- [10] NOVÁK, T.: Filozofie návrhu osvětlení rozvoden, 2008.
- [11] NOVÁK, T.: Filozofie návrhu osvětlení transformátoru 420 kV rozvodny, 2008.
- [12] DVOŘÁČEK, V.: Světelné zdroje – halogenové žárovky, Světlo 2008/5 [online].  
Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37973.pdf>
- [13] Výkonová LED dioda [online].  
Dostupné z: [http://www.tme.eu/cz/katalog/led-diody-vykonne-3w\\_112914/](http://www.tme.eu/cz/katalog/led-diody-vykonne-3w_112914/)
- [14] MAIXNER, T.: Světelné znečištění? Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení, 2010 [online].  
Dostupné z: [http://files.srvo.cz/200000240-a7d45a8d01/maixner\\_rs.pdf](http://files.srvo.cz/200000240-a7d45a8d01/maixner_rs.pdf)
- [15] ČEPS,a.s.: Údaje o přenosových soustavách [online]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz>
- [16] ČEZ Distribuce – Fyzická ochrana [online]. Dostupné z:  
<http://www.cezdistribuce.cz/cs/informace-o-spolecnosti/bezpecnost/fyzicka-ochrana.html>
- [17] Mapa národních parků a chráněných krajinných oblastí v ČR [online].  
Dostupné z: <http://www.beskydy.ochranaprirody.cz>
- [18] MAIXNER, T.: Environmentální zóny
- [19] Schéma CCTV systému [online].  
Dostupné z: <http://www.vsvconnect.cz/cctv-bezpecnostni-kamery-firmy>
- [20] Kamerové systémy [online]. Dostupné z: <http://www.cctv-kamerove-systemy.cz>

- [21] Standardní a kompaktní kamery [online]. Dostupné z: <http://www.brnoalarm.com>
- [22] Dome, PTZ a deskové kamery [online].  
Dostupné z: <http://www.kamery-kamerove-systemy.cz>
- [23] Bezpečnostní kamery, kamerové systémy, zabezpečení, CCTV, webové – IP kamery [online].  
Dostupné z: <http://www.escadtrade.cz>
- [24] Technologie Pixim [online].  
Dostupné z: <http://www.abbas.cz/clanky/recenze-technika/objektiv-dulezita-soucast-systemu-pokracovani>
- [25] Doplnkové funkce kamer [online].  
Dostupné z: [http://www.adiglobal.cz/iiwww/docs.nsf/all/72EB6AB1EFFCB0BEC1257513002A3926/\\$FILE/kl\\_sccc6435\\_rev22\\_cz.pdf](http://www.adiglobal.cz/iiwww/docs.nsf/all/72EB6AB1EFFCB0BEC1257513002A3926/$FILE/kl_sccc6435_rev22_cz.pdf)
- [26] Digitální stabilizace obrazu [online].  
Dostupné z: [https://www.adiglobal.cz/iiWWW/docs.nsf/all/582BDD7196D56358C1257796002F9A65/\\$FILE/katalog\\_samsung\\_cctv\\_1.cast.pdf](https://www.adiglobal.cz/iiWWW/docs.nsf/all/582BDD7196D56358C1257796002F9A65/$FILE/katalog_samsung_cctv_1.cast.pdf)
- [27] Kamery Pelco [online]. Dostupné z: <http://www.pelco.com>
- [28] Kamera Pelco Spectra IV SE [online].  
Dostupné z: [http://www.global-download.schneider-electric.com/85257689000007EE/all/D66E5FBDE5AE32D58525776E005C64F5/\\$File/pelco\\_spectra\\_iv\\_se-cz.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/85257689000007EE/all/D66E5FBDE5AE32D58525776E005C64F5/$File/pelco_spectra_iv_se-cz.pdf)
- [29] Hlídací kamery [online]. Dostupné z: <http://www.hlidacikamery.cz/>
- [30] Montáž a servis elektronických bezpečnostních systémů [online].  
Dostupné z: <http://www.diamont.cz/>
- [31] Kamerové systémy – KZ system [online].  
Dostupné z: <http://www.kzsystem.cz/>
- [32] Analogové a IP kamery [online].  
Dostupné z: <http://www.variant.cz/>
- [33] Kamerové systémy – Jak vybrat kamerový systém – IR přisvícení [online].  
Dostupné z: <http://www.funes.cz/kamerove-systemy/jak-vybrat-kamerovy-system->
- [34] Hütermann – infračervený přisvit [online].  
Dostupné z: <http://www.hutermann.com/eshop/001/produkty/kamery-a-kamerove-systemy-od-299/prislusenstvi-objektivy-drzaky/infracervene-prisviceni>

## Seznam obrázků:

<i>Obr. 1 Snímek rozvodny Nošovice .....</i>	<i>2</i>
<i>Obr. 2 Vznik různých forem rušivého světla ve venkovním prostředí .....</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 3 Rozptyl světla na částicích a vznik závojevého jasu [2] .....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 4 Oslnění .....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 5 Instalace a nasměrování svítidel .....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 6 Omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru technickými prostředky .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 7 Velikost elevačního úhlu .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 8 Světlomet se speciálním směrovačem světelného toku .....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 9 Vysokotlaká sodíková výbojka se spektrální charakteristikou [4] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 10 Halogenidová výbojka [4] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 11 Konstrukce halogenové žárovky [12] .....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 12 Výkonová LED dioda [13] .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 13 Svítidlo Indal Vista IZL s křivkami svítivosti [5] .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 14 Asymetrický reflektor Thorn – Sonpak Lx s křivkou svítivosti [7] .....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 15 Svítidlo Thorn Jet2 [7] .....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 16 Svítidlo Thorn Oxane s křivkou svítivosti [7] .....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 17 Schéma rozvodné sítě v ČR [15] .....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 18 Mapa rozvoden 420 kV v ČR na Google Maps .....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 19 Mapa hvězdáren a observatoří v ČR .....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 20 Mapa národních parků a chráněných krajinných oblastí v ČR [17] .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 21 Fografická mapa rozvodny Kočín nacházející se poblíž obce Kočín a Malešice .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 22 Detailní mapa zobrazení vzdáleností národních parků a města od rozvodny Týnec .....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 23 Fotografická mapa pro přiřazení environmentální zóny rozvodně Dasný .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 24 Schéma CCTV systému [19] .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 25 Porovnání barevného a černobílého obrazu jedné kamery [20] .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 26 Standardní kamera [21] .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 27 Kompaktní kamera [21] .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 28 Dome kamera [22] .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 29 PTZ otočná kamera s ovládáním [22] .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 30 Desková kamera [22] .....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 31 Bezdrátová kamera [21] .....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 32 Skrytá kamera v maketě PIR čidla [23] .....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 33 Technologie Pixim u snímacích čipů [24] .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 34 Funkce WDR [25] .....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 35 Funkce DNR [25] .....</i>	<i>48</i>

<i>Obr. 36 Funkce DEN / NOC [25]</i> .....	49
<i>Obr. 37 Funkce detekce pohybu [20]</i> .....	49
<i>Obr. 38 Funkce digitální stabilizace obrazu [26]</i> .....	50
<i>Obr. 39 Funkce maskování privátních zón [20]</i> .....	50
<i>Obr. 40 Závěsný model kamery Pelco Spectra IV SE [27]</i> .....	52
<i>Obr. 41 Zakreslení výpočetních oblastí rozvodny Horní Životice</i> .....	54
<i>Obr. 42 Jasová analýza pro výpočet činitele oslnění GR</i> .....	60
<i>Obr. 43 Vyznačení délek pro výpočet oslnění</i> .....	61
<i>Obr. 44 Výpočet úhlu směru pohledu</i> .....	61
<i>Obr. 45 Zakreslení měřených oblastí a kamer rozvodny Horní Životice</i> .....	63

## Seznam tabulek:

<i>Tab. 1 Komunikační prostory ve venkovních pracovních prostorech [1]</i> .....	4
<i>Tab. 2 Provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách [1]</i> .....	5
<i>Tab. 3 Světelně-technické požadavky na bezpečnost, ochranu a zabezpečení proti cizím osobám [1]</i> ..	5
<i>Tab. 4 Limity rušivého světla [4]</i> .....	6
<i>Tab. 5 Poměr osvětleností úkolu a jeho okolí [1]</i> .....	8
<i>Tab. 6 Skupiny barevného tónu světla světelných zdrojů [1]</i> .....	13
<i>Tab. 7 Celkové osvětlení rozvoden</i> .....	20
<i>Tab. 8 Největší povolený podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru [2]</i> .....	28
<i>Tab. 9 Minimální vzdálenosti referenčního bodu k hranicím zón [2]</i> .....	28
<i>Tab. 10 Environmentální zóna navržená rozvodně Dasný</i> .....	35
<i>Tab. 11 Technické specifikace optické části kamery Pelco Spectra IV 35X SE [28]</i> .....	53
<i>Tab. 12 Vypočtené parametry hlídacího osvětlení</i> .....	55
<i>Tab. 13 Vypočtené parametry osvětlení příjezdové komunikace</i> .....	56
<i>Tab. 14 Vypočtené parametry osvětlení R 420 kV a vnitřních komunikací</i> .....	57
<i>Tab. 15 Vypočtené parametry osvětlení stanoviště transformátorů</i> .....	57
<i>Tab. 16 Vypočtené parametry osvětlení komunikace u transformátorů</i> .....	58
<i>Tab. 17 naměřené hodnoty jasové analýzy</i> .....	60

## **Seznam příloh:**

Příloha I	Stanovení environmentálních zón venkovním rozvodnám 420 kV
Příloha II	Vyobrazení venkovních rozvodů 420 kV na mapách
Příloha III	Vyhodnocení měření TR Horní Životice
Příloha IV	Návrh hlídacího osvětlení
Příloha V	Návrh osvětlení příjezdové komunikace
Příloha VI	Návrh osvětlení R 420 kV + vnitřní komunikace
Příloha VII	Návrh osvětlení stanoviště transformátorů
Příloha VIII	Návrh osvětlení komunikace u transformátorů